

УКРАЇНСЬКИЙ ОРДЕНА «ЗНАК ПОШАНИ» НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА ТА АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЇ
ім. Г. М. ВИСОЦЬКОГО

ISSN 1026-3365
eISSN 2663-4147

ЛІСІВНИЦТВО І АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ

Збірник наукових праць
Заснований у 1965 р.
ВИПУСК 147



Харків – УкрНДІЛГА
2025

Головний редактор	д-р с.-г. наук, проф., член-кор. НАН України та НААН	В. П. Ткач (Україна)
Заступник головного редактора	д-р с.-г. наук, проф.	В. Л. Мешкова (Україна)
Відповідальний секретар	канд. фіз.-мат. наук, старш. дослідник	І. В. Оболоник (Україна)
Редакційна колегія:		
	д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб.	А. М. Білоус (Україна)
	канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	І. Ф. Букша (Україна)
	канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	Н. Ю. Висоцька (Естонія)
	д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб.	В. П. Ворон (Україна)
	д-р с.-г. наук, проф.	Ю. І. Гайда (Україна)
	канд. с.-г. наук, доцент	К. В. Давиденко (Швеція)
	д-р с.-г. наук, доцент	В. О. Крамарець (Україна)
	д-р біол. наук, проф.	Г. Т. Криницький (Україна)
	канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	С. А. Лось (Україна)
	д-р с.-г. наук, проф.	В. П. Пастернак (Україна)
	канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	О. М. Тарнопільська (Україна)
	канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	І. М. Усцький (Україна)
	Prof. Dr.	Ю. Новаковська (Польща)
	PhD	С. Бойко (Польща)
	PhD	Д. Бурокієне (Литва)
	Assoc. Prof. Dr.	М.-Л. Дудуман (Румунія)
	Prof., PhD	Я. Холуша (Czech Republic)

Адреса редакційної колегії: 61024, Харків, вул. Григорія Сковороди, 86, УкрНДІЛГА.
Тел. 8-057-707-80-01, e-mail: Valentynameshkova@gmail.com; ffm-journal@urifffm.org.ua

Сайт збірника наукових праць «Лісівництво і агролісомеліорація»: <https://forestry-forestmelioration.org.ua>

Л 50

Рекомендовано до друку рішенням Ученої ради УкрНДІЛГА, протокол № 18 від 26 грудня 2025 р.
Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків: УкрНДІЛГА, 2025. – Вип. 147. – 125 с.

Наведено результати досліджень із питань лісівництва, лісознавства, лісовирощування та лісорозведення, агролісомеліорації, лісової ентомології, фітопатології, моніторингу, радіології, селекції деревних порід. Для науковців і спеціалістів лісового господарства, викладачів і студентів вищих навчальних закладів.

Forestry and Forest Melioration. – Kharkiv: URIFFM, 2025. – Iss. 147. – 125 p.

Results of investigations on forestry, forest science, forest breeding and growing, forest melioration, forest entomology, phytopathology, monitoring, radiology are presented. For researchers and specialists of forestry, teachers and students of higher educational establishments.

Ідентифікатор медіа: R30-03840

Збірник включено до Переліку наукових фахових видань України, категорія «Б»

сільськогосподарські науки, спеціальності – 202, 205, 206: наказ Міністерства освіти і науки України № 409 від 17.03.2020



ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ САМОСІЙНИХ ЛІСІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ НА КОЛИШНІХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗЕМЛЯХ СХІДНОГО ПОЛІССЯ ТА ПІВНІЧНО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

А. М. Жежкун^{1*}, І. В. Порохняч²

Розглянуто особливості формування самосійних соснових молодняків на колишніх сільськогосподарських землях, які межують із сосновими лісами. Виявлено, що найбільш успішно природне відновлення соснових молодняків відбувається у 100–150-метрових смугах земель сільськогосподарського призначення поруч із материнськими деревостанами з підвітряного боку панівних (західних) вітрів. Середня густота самосійних молодняків віком 5–27 років, що ростуть за I та вище класами бонітету в умовах свіжих суборів і сугрудів, становить 2 000–2 800 екз.га⁻¹. Темпи росту збільшуються з віком після завершення змикання намету і формування типового лісового середовища. Відзначено, що запас досліджуваних 13-річних високоповнотних самосійних соснових молодняків в умовах свіжого субору на полишених сільськогосподарських землях перевершує запас повних природних соснових молодняків майже у 2,4 разу. У перегущених молодняках погіршується санітарний стан дерев, тому потрібне проведення рубок догляду для зменшення конкуренції, покращення умов росту та формування цінних деревостанів бажаного складу й форми відповідно до типу лісорослинних умов.

Ключові слова: *Pinus sylvestris* L., лісівничо-таксаційні показники, природне поновлення, динаміка формування, санітарний стан.

Вступ. Одним із найважливіших завдань лісової галузі є досягнення оптимальної лісистості України (*On Approval of the State Strategy for Forest Management of Ukraine until 2035*, 2021). Відтворення лісів здійснюють шляхом лісовідновлення та лісорозведення. Під час лісорозведення утворюються нові ліси природного або штучного походження.

Частка соснових лісів природного походження у Східному Поліссі є невеликою (19,1 %) (Zhezhkun, 2021). Лісовідновлення та лісорозведення в регіоні здійснюють переважно штучним шляхом. Це, зі свого боку, призводить до збіднення видового складу, спрощення генетичної структури та біорізноманіття, послаблення життєвості дерев, що зменшує резистентність до впливу несприятливих чинників середовища.

У Поліссі та Лісостепу України на певній площі сільськогосподарські угіддя (рілля, сіножаті, пасовища) втратили відповідність цільовому призначенню. Тому впродовж останніх десятиліть на цих занедбаних та покинутих сільськогосподарських землях, які не використовували за цільовим призначенням, поряд із лісовими масивами природним шляхом формуються самосійні ліси різного складу. Природне заростання деревною рослинністю колишніх сільськогосподарських земель та утворення самосійних лісів відбувається внаслідок поширення деревних порід від джерел насіння материнських деревостанів.

Словосполучення «самосійні ліси», ймовірно, виникло від терміна «самосів деревних рослин» згідно з визначенням (*Forestry. Terms and definitions. State Standard of Ukraine (DSTU) 3404-96*, 1997); його вживають для позначення лісів, що з'явилися природним шляхом унаслідок появи самосіву деревної рослинності. Деревні рослини природного насінневого походження, що відновилися на колишніх сільськогосподарських угіддях, зі збільшенням віку

¹ Жежкун Анатолій Миколайович, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Державне підприємство «Новгород-Сіверська лісова науково-дослідна станція», вул. І. Богуна, 90, Новгород-Сіверський, 16000, Чернігівська область, Україна. E-mail: desna-90@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1431-8944>

² Порохняч Ігор Володимирович, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, Державне підприємство «Новгород-Сіверська лісова науково-дослідна станція», вул. І. Богуна, 90, Новгород-Сіверський, 16000, Чернігівська область, Україна. E-mail: porohniaach.igor@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7739-8921>

*Адреса для кореспонденції: desna-90@ukr.net

зникають крони і формують деревостан. Поступово формуються й інші компоненти лісу: лісова підстилка, підлісок, трансформується живий надґрунтовий покрив, утворюється лісовий мікроклімат. Тобто самосійні ліси – це переважно колишні сільськогосподарські угіддя (рілля, сіножаті, пасовища тощо), залісені природним шляхом. Варто зазначити, що в умовах Полісся відбувається заростання деревною рослинністю також покинутих і занедбаних забудованих земель, садів, висохлих боліт, піщаних кар’єрів. Термін «самосійні ліси» доволі часто вживають у розпорядчій та виконавчій документації, хоча офіційно його ще не закріплено. Дослідження питань їхнього збереження, особливостей формування та виконання ними екологічних функцій становить значний науковий інтерес.

За даними Геоінформаційної системи управління лісовими ресурсами України орієнтовна площа самосійних лісів в Україні станом на 2024 р. становила 2,4 млн га, з яких 1,9 млн га виявилися поза межами лісового фонду (Horodnycha, 2024). Наголошено, що впродовж останніх років лісистість Чернігівської області підвищилася на 16 % унаслідок збільшення площ самосійних лісів (Ukrinform Press Center, 2021). Так, станом на 2024 р. Чернігівська область посіла друге місце за площею самозалісених територій (майже 213 тис. га). Площа самосійних лісів у Сумській області становить майже 100 тис. га (Horodnycha, 2024).

Самосійні ліси є резервами для відновлення деградованих екосистем та природних ландшафтів (Vedmid *et al.*, 2021; Horodnycha, 2024). Великі території сільськогосподарських земель, які не використовували за цільовим призначенням упродовж останніх десятиліть і які вкрилися природним лісом, можуть бути середовищем для різних видів флори й фауни, зокрема рідкісних, які не трапляються на активно використовуваних сільськогосподарських землях, у спрощених штучних або антропогенно змінених ландшафтах. Це робить такі землі цінними для збільшення лісистості та збереження біорізноманіття, особливо в регіонах, де відсутні природні ліси.

Окрім сприяння збереженню біорізноманіття самосійні ліси відіграють значну роль у глобальних екологічних процесах, таких як поглинання вуглецю та пом’якшення наслідків впливу кліматичних змін. Дослідження поглинання такими лісами вуглекислого газу свідчать про їхній потенціал для довгострокового збереження вуглецю в ґрунті й накопиченій біомасі, а також про їхню екологічну цінність у контексті пом’якшення впливу зміни клімату (Lakyda and Blyshchyk, 2024; Openko and Gorodnycha, 2024).

У результаті самозалісення деградованих сільськогосподарських земель відбуваються природні процеси відновлення та стабілізації ґрунтів, а також рослинного покриву, що потребує мінімального господарського втручання. Самосійні ліси захищають ґрунт від ерозії, сприяють відновленню гідрологічного балансу та накопиченню органічної речовини, що покращує родючість і структуру ґрунтів (Maliuha *et al.*, 2022).

Незважаючи на екологічну важливість, самосійні ліси, які сформувалися на землях сільськогосподарського призначення, піддаються вирубуванню або змінюються через сільськогосподарські потреби, що ставить під загрозу їхнє існування. Після ухвалення закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо збереження лісів» від 20 червня 2022 р. (*On Amendments to Certain Legislative Acts of Ukraine on Forest Conservation*, 2022) Держлісагентством України розпочато кампанію з виявлення та внесення самосійних лісів до лісового фонду держави з метою їхнього подальшого безумовного збереження та використання за цільовим призначенням.

Мета досліджень – виявити особливості природних процесів самозалісення на колишніх сільськогосподарських землях і визначити доцільність збереження самосійних лісів у Східному Поліссі та північно-східній частині Лівобережного Лісостепу України.

Матеріали й методи. Дослідження проведено в соснових насадженнях віком до 27 років, що сформувалися на колишніх сільськогосподарських землях в умовах свіжих суборів і сугрудів у Новгород-Сіверському й Корюківському районах Чернігівської області та Конотопському районі Сумської області (табл. 1).

Таблиця 1

Основні лісівничо-таксаційні показники самосійних соснових лісів на колишніх сільськогосподарських землях за даними пробних площ

Table 1

The main mensuration characteristics of self-seeded pine forests on abandoned agricultural lands based on sample plots

Склад* Composition	Вік (середній), років Age (average), years	Середні Average		Індекс типу лісу** Type of forest	Абсолютна повнота, м ² ·га ⁻¹ Absolute density of stocking, m ² ·ha ⁻¹	Відносна повнота Relative density of stocking	Густота, шт.·га ⁻¹ Density, trees·ha ⁻¹	Запас, м ³ ·га ⁻¹ Volume, m ³ ·ha ⁻¹	Відношення запасу до запасу повних деревостанів, % Stand stock to the complete stand stock ratio, %
		діаметр, см diameter, cm	висота, м height, m						
Бочечківське лісництво, Конотопський район, Сумська область, ПП*** В ₂ -Бч50									
10Сз	$\frac{5-14}{(9)}$	6,1	4,5	В ₂ -дС	8,1	0,63	2782	47	187,6
Бочечківське лісництво, Конотопський район, Сумська область, ПП В ₂ -Бч150									
10Сз, од. Бп, Грш	$\frac{5-13}{(8)}$	5,6	4,1	В ₂ -дС	6,3	0,55	2548	27	107,2
Бочечківське лісництво, Конотопський район, Сумська область, ПП С ₂ -Бч50									
9,3Сз0,6Грш 0,1Бп, од. Ябл	$\frac{6-15}{(10)}$	6,6	4,6	С ₂ -гдС	7,2	0,63	2315	28	113,6
Бочечківське лісництво, Конотопський район, Сумська область, ПП С ₂ -Бч150									
8,5Сз1,0Грш 0,5Бп, од. Ябл	$\frac{5-12}{(9)}$	6,3	4,3	С ₂ -гдС	6,0	0,55	1994	22	88,0
Узруївське лісництво, Новгород-Сіверський район, Чернігівська область, ПП В ₂ -Узр-1 (природне)									
7,8Сз2,2Бп	$\frac{10-17}{(13)}$	9,4	7,3	В ₂ -дС	30,9	1,36	4514	165	235,6
Узруївське лісництво (кв. 58, вид. 1), Новгород-Сіверський район, Чернігівська область, ПП В ₂ -Узр-2 (штучне)									
9,8Сз0,2Бп	13	6,4	6,5	В ₂ -дС	15,3	0,81	4723	67	71,1

* Сз – сосна звичайна (*Pinus sylvestris*), Бп – береза повисла (*Betula pendula*), Гшз – груша звичайна (*Pyrus communis*), Ябл – яблуня лісова (*Malus sylvestris*).

Сз – *Pinus sylvestris*, Бп – *Betula pendula*, Гшз – *Pyrus communis*, Ябл – *Malus sylvestris*.

** В₂-дС – свіжий дубово-сосновий субір, С₂-гдС – свіжий дубово-грабово-сосновий сугруд.

В₂-дС – fresh oak-pine relatively infertile forest type, С₂-гдС – fresh oak-hornbeam-pine relatively fertile forest type.

***ПП – пробна площа.

ПП – sample plot.

Для визначення середніх лісівничо-таксаційних показників самосійних лісів на колишніх сільськогосподарських землях закладено пробні площі (ПП) за загальноприйнятою методикою (*Forest inventory sample plots. Establishing method. Corporate standard 02.02-37-476:2006, 2007*). Ділянки підбирали з рівномірним залісненням так, щоб охопити як дуже загущені біогрупи (куртини), так і площі з невеликою кількістю самосійних дерев, що давало можливість отримати усереднені таксаційні показники деревостанів.

На ПП здійснювали подеревний облік усіх наявних видів із визначенням їхніх віку, діаметра, висоти, класу росту за Крафтом, категорії санітарного стану. Клас росту дерев за Крафтом визначали візуально за ступенем розвитку й положенням крони в наметі деревостану: I клас – наддомінантні з добре розвиненою кроною; II клас – домінантні

з нормальною кроною; III – співдомінантні, освітлені лише зверху; IV – пригнічені, крони яких не досягають рівня основного намету деревостану; V – сильно пригнічені, такі, що відмирають, крони яких є повністю затіненими. Санітарний стан дерев визначали за чинними Санітарними правилами в лісах України (*Sanitary Forests Regulations in Ukraine*, 1995). Середній індекс санітарного стану деревостану загалом визначали шляхом ділення суми добутків кількості дерев та балів відповідних категорій стану на загальну кількість дерев. Для оцінювання перебігу природного зріджування в молодих деревостанах вираховували градієнт відпаду як відношення значення відносного відпаду за запасом до значення відносного відпаду за кількістю стовбурів (значення відношення понад 1 свідчить про наявність патологічних процесів). Продуктивність за показниками запасів певного класу бонітету оцінювали за таблицями ходу росту повних соснових деревостанів (Bilous *et al.*, 2021).

Динаміку лісівничо-таксаційних показників під час формування самосійних молодняків на колишній ріллі в умовах свіжого дубово-соснового субору впродовж 16-річного періоду досліджували на стаціонарному дослідному об'єкті в Слобідському дослідному лісництві ДП «Новгород-Сіверська ЛНДС» (ПП 5-А-Слб).

Для порівняння особливостей росту та поширення природного поновлення на полишених сільгосподарських угіддях у різних типах лісорослинних умов (свіжих суборах та сугрудах) закладено по дві ПП у самосійних лісах, які сформувалися на різних відстанях від стін лісу материнських деревостанів – 50 м (Бч-50) та 150 м (Бч-150).

Також проведено порівнювання особливостей росту соснового молодняку, який сформувався природним шляхом, з одновіковими штучно створеними молодняками сосни звичайної. Для цього закладено поруч дві ПП відповідно: у високопродуктивному повному самосійному молодняку високої густоти природного походження на колишній ріллі у 50-метровій смузі від межі з материнським насадженням (ПП В₂-Узр-1) та в одновіковому насадженні, штучно створеному на ділянці колишньої ріллі, переданої під заліснення (ПП В₂-Узр-2). На останній ділянці природне поновлення було недостатнім (густина до 300 екз.·га⁻¹), тому було створено часткові лісові культури сосни звичайної з розміщенням садивних місць 2,0 × 0,5 м (початкова густина – 10 тис. екз.·га⁻¹). Борозни перед садінням лісових культур прокладено плугом ПКЛ-70 із трактором МТЗ-80 із заходу на схід. У деревостані збережено дерева сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) та берези повислої (*Betula pendula* Roth) природного походження.

Для визначення ступеня поширення природного поновлення сосни звичайної залежно від розташування та віддаленості від стін материнських насаджень перпендикулярно прокладали візирні лінії. Через кожні 20 м закладали облікові площадки розміром 5 × 5 м, де здійснювали переліки природного поновлення (ПП Крк). Дослідження провадили в самосійних соснових молодняках на колишніх сільгоспугіддях в урочищі «Либіддя», що межують із сосновими масивами лісового фонду Корюківського лісництва (кв. 72) Чернігівської області.

Для визначення типу лісорослинних умов на колишніх лісгосподарських землях здійснювали опис живого надґрунтового покриву за комбінованою шкалою Г. М. Висоцького та Д. В. Воробйова (Vorobyov, 1967; Buksha *et al.*, 2019). При цьому візуально визначали частки покриття окремих видів рослинного покриву відносно загальної площі. Для визначення змін у складі живого надґрунтового покриву на покинутих сільськогосподарських землях під час формування на них самосійних соснових молодняків використовували еколого-ценотичну класифікацію видів рослин за О. Л. Бельгардом (Belgard, 1950).

Результати. Загальний аналіз надґрунтового покриву на дослідних об'єктах у 5–27-річних соснових молодняках згідно з таблицею 2 свідчить про домінування комплексу видів, характерних для свіжих суборів (ПП – В₂-Бч, В₂-Узр, а також 5-А-Слб і Крк). На одній із ділянок надґрунтовий покрив, збагачений наявністю мегатрофів, відповідав умовам свіжого сугруду (пробні площі варіанту С₂-Бч). Водночас на відкритих прогалинах частково

збереглися лучні та рудеральні види, які витісняються з-під намету самосійних соснових молодняків.

Таблиця 2

Характеристика живого надґрунтового покриття на дослідних об'єктах самосійних соснових лісів
на колишніх сільськогосподарських землях

Table 2

Living topsoil cover in research sites in self-seeded pine forests on abandoned agricultural lands

Назва рослин Plant name	Індекс типу ценопории* за Бельгардом (Belgard, 1950) Cenotrophic type index (Belgard, 1950)	Відповідність ТЛІУ за Воробйовим (Vorobyov, 1967) Compliance with site conditions according to Vorobyov (Vorobyov, 1967)				Рясність за шкалою Висоцького (Vorobyov, 1967), бал** Abundance according to Vysotsky scale (Vorobyov, 1967), score					
						Крк	5-А- Слб	В ₂ -Узр	В ₂ -Бч	С ₂ -Бч	
		А	В	С	D	Термін після початку заліснення, років Period after the start of afforestation, years					
						8	10	27	17	14	15
<i>Achillea millefolium</i> L.	Pr	—	B ₂	C ₂	—	1	—	—	—	n	n
<i>Ajuga reptans</i> L.	Sil	—	B ₂	C ₂	D ₂	—	—	—	n	—	—
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Pr	—	B _{2,3}	C _{2,3}	D _{2,3}	—	—	—	p	—	—
<i>Artemisia absinthium</i> L.	Pr	—	B ₁	C _{1,2}	D _{1,2}	n	—	—	—	n	n
<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth	Pr	A _{1,2}	B _{1,2}	C _{1,2}	—	—	4	—	—	—	—
<i>Carex brizoides</i> L.	Sil	—	—	C _{3,4}	D _{3,4}	—	—	—	—	n	—
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	Sil	—	—	C ₃	D ₃	—	n	1	—	—	n
<i>Chelidonium majus</i> L.	Ru	—	B _{1,2}	C _{2,3}	D ₁₋₄	—	—	1	n	—	—
<i>Dicranum polysetum</i> Sw. ex Anon.	Sil	A ₂₋₄	B ₂₋₄	C ₂₋₄	—	—	—	2	2	—	—
<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P.Fuchs	Sil	—	B ₂₋₄	C ₂₋₄	D ₃₋₄	—	—	2	p	n	—
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	Pr	—	B _{1,2}	C _{1,2}	—	2	3	—	1	3	3
<i>Equisetum sylvaticum</i> L.	Sil	—	B ₃₋₅	C ₃₋₅	D ₃₋₅	—	—	—	n	2	3
<i>Erigeron canadensis</i> L.	Ru	A _{1,2}	B _{1,2}	C _{1,2}	D ₂	p	—	—	—	—	—
<i>Festuca ovina</i> L.	Sil	A _{1,2}	B _{1,2}	C _{1,2}	—	1	—	—	—	—	—
<i>Fragaria vesca</i> L.	Sil	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Galium aparine</i> L.	Ru	—	—	C _{3,4}	D _{3,4}	—	p	1	p	1	1
<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.	Sil	—	—	C _{2,3}	D _{2,3}	—	—	p	—	—	—
<i>Geranium robertianum</i> L.	Pr	—	—	C _{2,3}	D _{2,3}	—	—	p	—	—	—
<i>Geranium sanguineum</i> L.	Sil	—	B ₂	C ₂	—	—	—	—	—	n	—
<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Schimp.	Sil	—	B _{2,3}	C _{2,3}	D _{2,3}	—	—	—	—	p	—
<i>Hypericum perforatum</i> L.	Pr	A _{1,2}	B _{1,2}	C _{1,2}	—	—	—	—	n	—	—
<i>Koeleria glauca</i> (Spreng.) DC.	St	A _{0,1}	B _{0,1}	—	—	2	—	—	—	—	—
<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.	Pr	—	B _{2,3}	C _{2,3}	—	—	4	—	—	—	—
<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	Pr	—	B ₃	C _{2,3}	—	—	—	1	—	—	—
<i>Oenothera biennis</i> L.	Ru	—	B ₁₋₃	C ₁₋₃	—	p	p	—	—	3	n
<i>Pilosella officinarum</i> F.W.Schultz & Sch.Bip.	St	A _{1,2}	B _{1,2}	C _{1,2}	—	—	1	—	p	2	1
<i>Pleurozium Schreberi</i> (Willd. ex Brid.) Mitt.	Sil	A ₂₋₄	B ₂₋₄	C ₂₋₄	D _{2,3}	—	—	2	—	—	—
<i>Poa pratensis</i> L.	Pr	—	B ₂	C ₂	D ₂	—	—	—	—	2	4
<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	Sil	A ₃₋₅	B ₃₋₅	C ₃₋₅	—	—	—	—	n	—	—
<i>Pyrola rotundifolia</i> L.	Sil	—	B ₂₋₄	C ₂₋₄	—	—	—	n	—	—	—
<i>Rubus idaeus</i> L.	Sil	—	—	C _{3,4}	D _{3,4}	—	p	p	—	—	—
<i>Rubus saxatilis</i> L.	Sil	—	B ₁₋₃	C ₁₋₄	D ₂₋₄	—	—	p	—	—	—

Продовження табл. 2

Table 2 (Continued)

Назва рослин Plant name	Індекс типу ценоорфи* за Бельгардом (Belgard, 1950) Cenotrophic type index (Belgard, 1950)	Відповідність ТЛІУ за Воробйовим (Vorobyov, 1967) Compliance with site conditions according to Vorobyov (Vorobyov, 1967)				Рясність за шкалою Висоцького (Vorobyov, 1967), бал** Abundance according to Vysotsky scale (Vorobyov, 1967), score					
		A	B	C	D	Крк	5-А- Слб	В ₂ -Узр	В ₂ -Бч	С ₂ -Бч	
						Термін після початку залісення, років Period after the start of afforestation, years					
						8	10	27	17	14	15
<i>Rumex acetosa</i> L.	Ru	—	B ₂	C _{2;3}	—	—	—	—	2	n	n
<i>Rumex acetosella</i> L.	Ru	A ₁₋₃	B ₁₋₃	C _{2;3}	—	p	—	—	p	—	—
<i>Rumex confertus</i> Willd.	Ru	—	—	C ₂	—	—	—	—	—	—	n
<i>Stellaria nemorum</i> L.	Sil	—	—	C _{2;3}	D _{2;3}	—	—	—	—	—	2
<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.	Ru	—	—	C _{2;3}	D _{2;3}	—	n	—	—	—	n
<i>Trifolium montanum</i> L.	Pr	—	B _{1;2}	C _{1;2}	—	—	—	—	p	—	—
<i>Urtica dioica</i> L.	Ru	—	—	C _{3;4}	D _{3;4}	—	—	—	—	—	1
<i>Verbascum densiflorum</i> Bertol.	Pr	—	B _{1;2}	C ₂	—	—	—	—	—	—	1
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	Sil	—	B _{2;3}	C _{2;3}	D _{2;3}	—	n	—	—	—	1
<i>Veronica spicata</i> L.	St	A _{1;2}	B _{1;2}	C _{1;2}	D _{1;2}	—	—	—	—	n	—
<i>Vicia cracca</i> L.	Pr	—	B _{1;2}	C _{1;2}	—	—	n	—	—	—	—
<i>Viola tricolor</i> L.	Pr	A ₂	B ₂	C ₂	—	—	—	n	—	n	n
<i>Viscaria vulgaris</i> Bernh.	Pr	—	B _{1;2}	C _{1;2}	—	—	—	1	—	—	—

*St – степові рослини (степанти), Sil – лісові рослини (сільванти), Pr – лучні рослини (пратанти), Pal – рослини боліт (палюданти), Ru – бур'яни (рудеранти).

St – steppe plant, Sil – sylvestral plant, Pr – meadow plant, Pal – moor plant, Ru – weeds.

**5 балів – вид займає більше 75 % площі ділянки, 4 бали – 51–75 %, 3 бали – 26–50 %, 2 бали – 6–25 %, 1 бал – 1–5 %; індекс p – умовно 1 % (розкидані екземпляри у невеликій кількості), індекс n – умовно 0,1 % (поодинокі екземпляри), індекс un – умовно 0,01 % (один-два екземпляри).

5 points – the species occupies more than 75% of the area, 4 points – 51–75%, 3 points – 26–50%, 2 points – 6–25%, 1 point – 1–5%; index p – conditionally 1% (scattered specimens in small numbers), index n – conditionally 0.1% (isolated specimens), index un – conditionally 0.01% (one or two specimens).

На ділянці самосійного молодняку, який формувався впродовж 16 років (ПП 5-А-Слб), живий надґрунтовий покрив трансформувався з лучного типу з домінуванням люпину багатолістого (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) і злаків – кунічини наземного (*Calamagrostis epigejos* (L.) Roth) та пирія повзучого (*Elymus repens* (L.) Gould) у лісовий тип із домінуванням мохів і трав'янистих лісових видів (див. табл. 2).

На колишніх сільськогосподарських землях на межі з сосновими лісовими масивами в результаті активних процесів природного відновлення в умовах свіжих суборів та сугрудів формуються самосійні ліси з переважанням сосни звичайної та домішками інших деревних видів (берези повислої, груші звичайної (*Pyrus communis* L.), яблуні лісової (*Malus sylvestris* (L.) Mill. тощо).

Природне поновлення сосни звичайної від материнських насаджень на полишених сільськогосподарських землях поширюється на відстань до 250 м від межі лісу. Розміщення дерев на площі не є рівномірним, наявні куртини зі значною кількістю дерев.

Аналіз розподілу природного поновлення в соснових самосійних лісах на колишніх сільськогосподарських землях в умовах свіжого субору свідчить, що густота рослин поступово зменшувалася у міру збільшення відстані до межі материнського деревостану (табл. 3).

Таблиця 3

Розподіл природного поновлення сосни звичайної на колишніх сільськогосподарських землях залежно від відстані до материнських насаджень, екз.·га⁻¹

Table 3

Distribution of Scots pine natural regeneration on former arable lands depending on the distance to the mother stands, trees·ha⁻¹

Стіна лісу Forest border	Відстань від стіни лісу, м Distance from the forest border, m					
	20	40	60	80	100	120
Пд	5 600	3 200	2 000	400	–	–
Зх	2 800	2 400	2 000	2 000	2 800	800

Самосійні соснові молодняки поширилися на колишніх сільгоспугіддях поруч із середньовіковими та пристиглими сосновими насадженнями (ПП Крк). Сходи сосни звичайної поточного року серед панівного 6–8 річного природного поновлення на ділянці виявлено лише на відстані до 40 м від материнських соснових деревостанів.

Біля південної стіни лісу найбільшу густоту природного поновлення сосни звичайної виявлено у смузі до 40 м від межі материнською деревостану – 3 200–5 600 екз.·га⁻¹. Водночас на відстані понад 80 м кількість поновлення істотно знижувалася.

У напрямку Зх–Сх від стіни материнського деревостану кількість підросту була майже однаковою вздовж усієї 100-метрової смуги (2 000–2 800 екз.·га⁻¹). Істотне зменшення кількості підросту відбувалося на відстані понад 120 м від стін лісу. Проте поодинокі особини дерев сосни звичайної траплялися на відстані до 250 м.

На пробних площах (В₂-Бч50 та В₂-Бч150), закладених в ТЛУ В₂, осередком розповсюдження насіння сосни звичайної на колишніх сільськогосподарських землях був у свіжому дубово-сосновому суборі середньовіковий сосновий деревостан природного походження зі складом: І ярус – 10Сз, II ярус – 7Взг 3Дз + Гшз + Клг (Бочечківське лісництво Сумської області). Природне поновлення сосни звичайної поширювалося на схід від материнського деревостану на відстань до 250 м.

На пробних площах (С₂-Бч50 та С₂-Бч150), закладених у ТЛУ С₂, насіння сосни звичайної поширювалося на колишніх сільськогосподарських землях від стиглого мішаного дубово-соснового насадження, яке росло в умовах вологого липово-дубово-соснового сугруду (кв. 52, вид. 33 Бочечківського лісництва Сумської області), що забезпечувало формування самосійних лісів. Природне поновлення сосни звичайної поширилося в східному напрямку від стіни лісу материнського соснового деревостану на відстань 200 м.

В умовах свіжого субору на пробних площах у самосійних лісах вік дерев сосни звичайної варіював від 5 до 14 років. Середній вік молодняку становив 9 років. Переважали 8–11-річні дерева (75–77 %). В умовах свіжого сугруду вікові показники деревостанів були подібними: вік дерев варіював від 5 до 15 років, середній вік становив 9 років, переважали дерева 8–11 років (близько 80 %).

Аналіз вікової структури самосійних лісів на колишніх сільськогосподарських землях виявив, що збережуваність самосійних дерев стрімко збільшується на четвертий рік після початку процесу природного відновлення (рис. 1). Це свідчить про успішне утворення лісового середовища та накопичення достатньої кількості підросту деревної рослинності для початку її домінування над трав'янистою, яка пригнічувала ріст сходів і самосіву в перші роки залісення полишених сільгоспугідь. Тобто на четвертий рік після появи та накопичення самосіву припиняється його пригнічування трав'яною рослинністю й формується лісове рослинне угруповання.

Інтенсивне накопичення підросту триває протягом наступного чотирирічного періоду. Надалі ймовірність появи нових сходів і самосіву сосни звичайної істотно знижується, що

свідчить про загострення конкуренції за поживні речовини між молодими деревами, які розвиваються на залісеній площі.

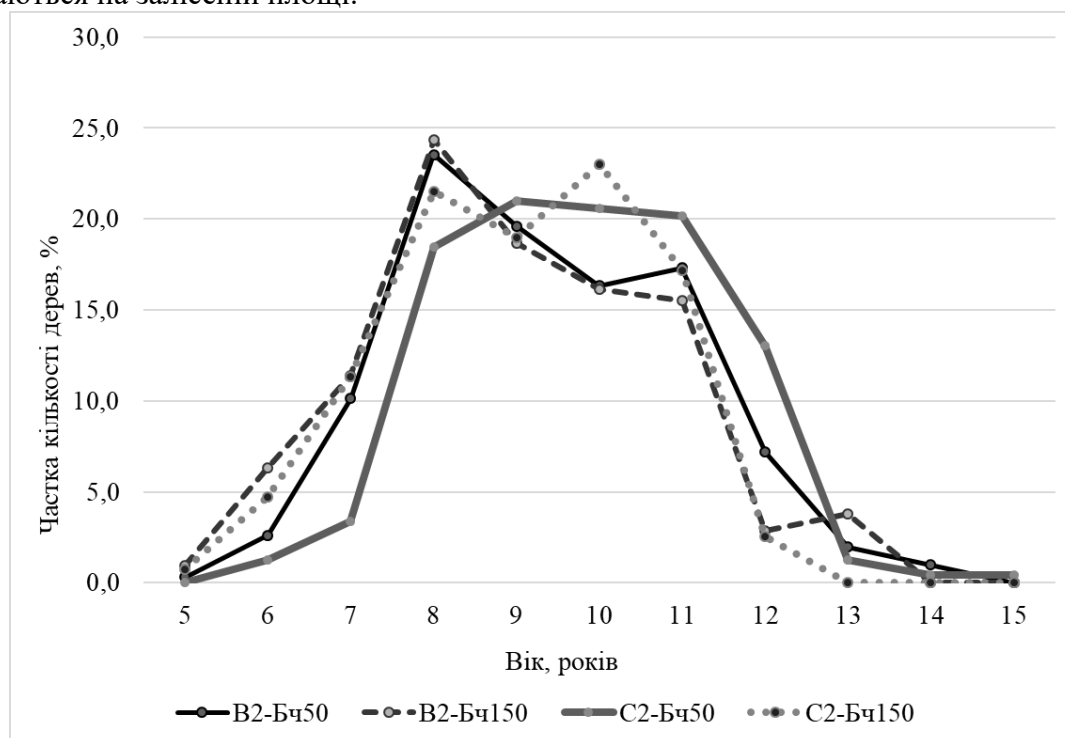


Рис. 1 – Вікова структура самосійних соснових лісів на колишніх сільськогосподарських землях за даними пробних площ

Fig. 1 – The age structure in self-seeded pine forests on abandoned agricultural lands based on sample plot data

Самосійні соснові молодняки віком 8–10 років в умовах свіжих субору та сугруду на колишніх сільськогосподарських землях росли за I класом бонітету. Густота природного поновлення була більшою ближче до материнських стін лісу. У 50-метровій смузі поруч із материнським сосняком нараховано 2 315–2 782 екз. $\cdot$ га⁻¹ самосійних дерев сосни звичайної. На відстані 150 м їхня кількість була вже меншою (1 994–2 315 екз. $\cdot$ га⁻¹), проте достатньою для формування лісових екосистем.

У свіжому суборі густота самосійних молодняків сосни звичайної становила 2 548–2 782 екз. $\cdot$ га⁻¹, запас 27–47 м³·га⁻¹ за відносної повноти 0,55–0,63. В умовах свіжого сугруду ці показники були дещо меншими: густота – 1 994–2 315 екз. $\cdot$ га⁻¹, запас – 22–28 м³·га⁻¹, відносна повнота – 0,55–0,63. Це, можливо, пов'язане зі зменшенням імовірності виживання самосіву за підвищеної конкуренції з іншою рослинністю лучних фітоценозів за багатшої трюфності едатопу.

У процесі формування високоповнотних самосійних молодняків на колишніх сільськогосподарських землях (тип лісу В₂-дС) помітно змінюються значення їхніх лісівничо-таксаційних показників (табл. 4).

Упродовж перших 10 років на ділянці полишеної риллі у північно-східному напрямку на відстані до 150 м від стін середньовікових соснових деревостанів із домішкою берези у складі (кв. 30, вид. 16, 17 та 10 Слобідського дослідного лісництва ДП «Новгород-Сіверська ЛНДС») сформувався зімкнений м'яколистяно-сосновий високоповнотний молодняк. За наступні сім років відбулося інтенсивне природне зріджування берези повислої в густих біогрупах, що пояснюється високою світлолюбністю цієї породи. Середня висота дерев берези повислої у 17-річному віці була більшою, ніж сосни звичайної, на 1,1 м (14 %). За наступні п'ять років унаслідок відпаду дерев берези за низовим типом різниця за середньою висотою із сосною збільшилася до 2,9 м (26 %).

Таблиця 4

Динаміка лісівничо-таксаційних показників самосійного соснового деревостану
на колишніх сільськогосподарських землях в умовах В₂-дС (ПП 5-А-Слб)

Table 4

Dynamics of the main stand characteristics of the self-seeded pine forest on abandoned agricultural lands
in fresh relatively poor forest site conditions (sample plot 5-A-Слб)

Видовий склад, од. Composition	Вік (середній), років Age (average), years	Середні Average		Абсолютна повнота, м ² ·га ⁻¹ Absolute density of stocking, m ² ·ha ⁻¹	Відносна повнота Relative density of stocking	Густота, трп. ·га ⁻¹ Density, trees·ha ⁻¹	Запас, м ³ ·га ⁻¹ Stock, m ³ ·ha ⁻¹	Приріст, м ³ ·га ⁻¹ Stock increment, m ³ ·ha ⁻¹
		діаметр, см diameter, cm	висота, м height, m					
Станом на 19.04.2009								
4,1Сз5,4Бп0,4Врк0,1Ос, од Гшз	$\frac{2-10}{(6)}$	2,0	2,4	4,6	0,81	13706	14	–
Станом на 18.12.2015								
8,7Сз1,3Бп, од. Врк, Ос, Клг, Гшз, Ябл	$\frac{9-17}{(13)}$	7,5	7,7	26,4	1,10	6421	133	17,3
Станом на 24.09.2020								
9,4Сз0,6Бп, од. Ябл, Гшз, Клг	$\frac{14-22}{(18)}$	10,6	11,3	27,5	0,84	3211	174	14,1
Станом на 18.07.2025								
9,2Сз0,8Бп, од. Ябл, Клг, Лпл, Дз	$\frac{19-27}{(23)}$	13,4	13,3	36,7	1,02	2644	275	23,0

Кількість дерев сосни звичайної в самосійному молодняку, що формувався на колишніх сільськогосподарських землях упродовж 2009–2025 рр., також зменшувалася (рис. 2).

Найбільш інтенсивно природне зріджування сосни звичайної відбувалося впродовж 2016–2020 рр. (віковий етап – хаща). За цей період відмерло 2 358 екзр.·га⁻¹ (44 %) дерев сосни з переважанням діаметрів стовбура 2–6 см. Відпад за запасом сосни становив 20 м³·га⁻¹ (12 %). Унаслідок високої конкуренції з домінантними деревами відпад поповнювали поодинокі дерева сосни завтовшки 8–12 см (III клас росту за Крафтом). Показник градієнта відпаду становить 0,27, що свідчить про відсутність патологічних ознак у процесах природного зріджування. За таких умов для регулювання взаємовпливу між деревами слід проводити рубку догляду (прочищення).

Поточний загальний приріст за запасом соснового молодняку (17 м³·га⁻¹) упродовж 2009–2015 рр. перевищує цей показник за таблицями ходу росту повних соснових деревостанів I^b класу бонітету (Bilous *et al.*, 2021) на 6 м³·га⁻¹ (36 %). У високоповнотному молодняку (середній вік – 23 роки) триває інтенсивне накопичення запасу деревини та перевищення поточного загального приросту за запасом повних соснових деревостанів природного походження.

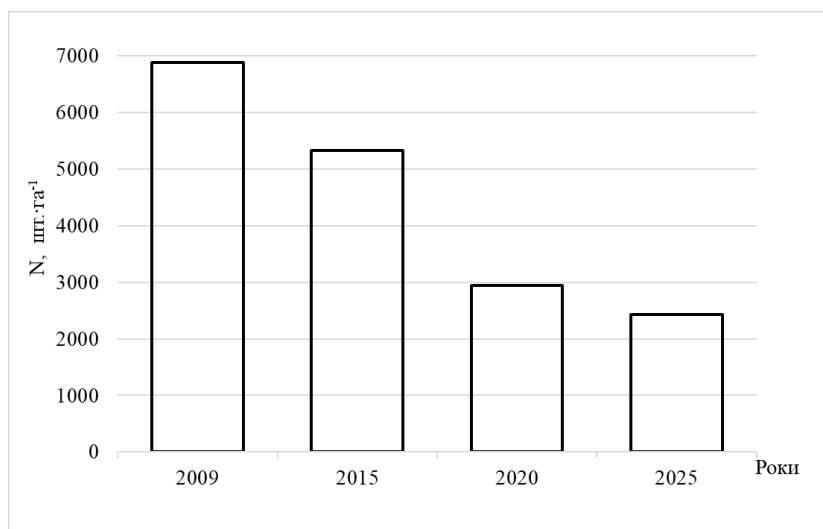


Рис. 2– Динаміка кількості дерев сосни звичайної (N) з віком під час формування самосійного молодняку на колишніх сільськогосподарських землях (ПП 5-А-Слб)

Fig. 2 – Dynamics of the number of pine trees (N) with age during the development of a young stand on abandoned agricultural lands (sample plot 5-A-Slb)

За санітарним станом середньоповнотні самосійні молодняки I класу віку характеризувалися як «без ознак ослаблення» (I_c – I₂–I₄) (табл. 5). У старшому віці (II клас віку) показники росту самосійних лісів збільшуються. Оскільки після змикання крон формується типове лісове середовище, мінімізується вплив на молоді дерева з боку конкурентної лучної рослинності, відбувається інтенсивна диференціація дерев. Так, 13-річний самосійний молодняк в умовах свіжого субору ріс за I^b класом бонітету (ПП В₂-Узр-1). Джерелами розповсюдження насіння були пристиглі 65–70-річні чисті соснові насадження, які росли в умовах свіжого дубово-соснового субору на північний схід від самосійних лісів (кв. 50, вид. 2 та кв. 48, вид. 8 Узруївського лісництва Чернігівської області). Відстань поширення куртин природного поновлення сягала 250 м. Напрямок поширення самосійного лісу від материнського деревостану – південно-західний.

Таблиця 5

Санітарний стан дерев господарсько цінних порід у природних соснових молодняках, що формуються на колишніх сільськогосподарських землях, за даними пробних площ

Table 5

Health condition of trees of the main species in young natural pine forests developed on abandoned agricultural lands, according to sample plot data

Пробна площа Sample plot	Порода Species	Кількість дерев за категоріями життєздатності, % Number of trees by viability categories, %						Індекс санітарного стану Health condition index
		I	II	III	IV	V	VI	
ПП С ₂ -Бч50	Сз	78,2	17,2	4,6	–	–	–	I,4
ПП С ₂ -Бч150	Сз	79,6	17,2	3,2	–	–	–	I,3
ПП В ₂ -Бч50	Сз	70,6	20,3	9,1	–	–	–	I,3
ПП В ₂ -Бч150	Сз	74,7	19,6	5,7	–	–	–	I,2
ПП В ₂ -Узр-1	Сз	27,0	21,4	17,6	5,5	0,4	28,1	III,15
	Бп	55,6	28,9	12,2	1,1	0	2,2	I,68
	Разом	31,7	22,6	16,6	4,8	0,4	23,9	II,91
ПП В ₂ -Узр-2	Сз	45,6	25,0	24,6	3,1	0,2	1,5	I,92
	Бп	50,0	16,7	33,3	–	–	–	I,83
	Разом	46,2	24,6	24,2	3,2	0,2	1,6	I,92
ПП 5-А-Слб	Сз	20,3	30,2	32,9	4,7	0,3	11,6	II,70

Після початку самозалісення колишньої ріллі минуло 10–17 років. За цей час природним шляхом сформувався високопродуктивний мішаний березово-сосновий деревостан складом 8С32Бп із запасом $165 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Густота молодняку сягала $4\,514 \text{ екз.} \cdot \text{га}^{-1}$, відносна повнота становила 1,36.

Розподіл життєздатних дерев сосни за класами Крафта (рис. 3) свідчить про процеси диференціації дерев за темпами росту. Частка наддомінантних дерев сосни звичайної досягла 17 % загальної кількості життєздатних дерев цієї породи. До дерев II класу Крафта належало 38 % усіх дерев сосни. Дерев III класу росту за Крафтом виявлено 20 % від загальної кількості життєздатних дерев, IV – 14 %, V – 11 %. У домішці швидкорослих дерев берези повислої переважали дерева I класу росту за Крафтом (56 %) та II класу (29 %).

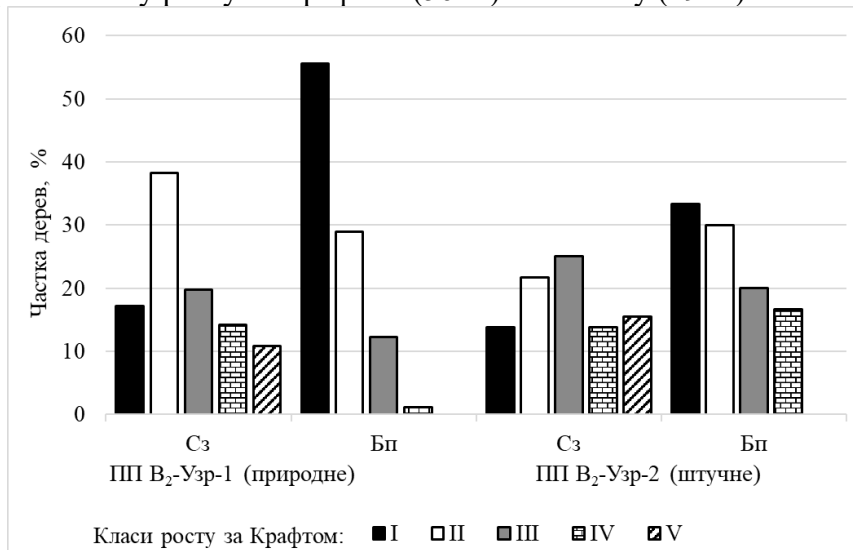


Рис. 3 – Розподіл дерев сосни звичайної за класами росту за Крафтом у самосійних соснових лісах на колишніх сільськогосподарських землях

Fig. 3 – Distribution of the trees according to Kraft classes in self-seeded pine forests on abandoned agricultural lands

Обговорення. На колишніх сільськогосподарських землях поверхня ґрунту вкривається трав'яною рослинністю. Такі полишені ділянки першими заселяють переважно світлолюбні піонерні лучні та рудеральні види. Відбувається поступове задерніння ґрунту. Надалі за сприятливих умов від прилеглих насаджень поширюються деревні види, які починають формувати характерне лісове середовище. Лучні фітоценози послідовно змінюються на лісові, видове фіторізноманіття яких є індикатором певних едотопів (див. табл. 2).

Для деревостанів, які формуються природним шляхом на колишніх сільськогосподарських землях, характерним є збагачення видового біорізноманіття. Залежно від кількості та розміщення природного поновлення деревних видів формуються рослинні угруповання мозаїчної структури, які вирізняються багатим видовим складом, оскільки містять як лучні, так і лісові види.

Згідно з аналізом даних таблиці 3 розповсюдження природного поновлення під час самозалісення покинутих сільськогосподарських земель помітно зменшується у міру збільшення відстані від південних стін лісу материнських деревостанів. Це пов'язане з жорсткішими мікрокліматичними умовами, особливо відсутністю притінення у літній полудневий найспекотніший час доби. Оскільки у міру віддалення від меж лісу збільшується амплітуда коливань температури та зменшується вологість задернілого ґрунту й повітря, то умови для відновлення сосни погіршуються, що узгоджується з дослідженнями М. М. Білоуса (Bilous, 2009).

Більш успішно та рівномірно природне поновлення поширюється у 100-метрових смугах на Зх–Сх від материнських деревостанів. Це можна пояснити розташуванням сільськогосподарських земель із підвітряного боку західних вітрів, які переважають у регіоні та сприяють поширенню насіння від стін материнського лісу. Про формування самосійних лісів на перелогах Житомирського Полісся на відстані до 200 м з підвітряного боку домінантних лісів також повідомлено в дослідженні (Zakharchuk, 2017).

Як свідчить аналіз вікової структури самосійних молодняків (див. рис. 1), на колишніх сільськогосподарських землях формуються різновікові деревостани сосни звичайної. Період суцільного самозалісення колишніх сільськогосподарських земель триває переважно до 15 років. Наступні п'ять років появи сходів та самосіву сосни звичайної у сформованих молодняках на пробних площах майже не відбувалося. У зв'язку з подовженим періодом залісення самосійним лісам притаманний неоднорідний розподіл дерев за віком, діаметром та висотами.

У самосійних молодняках II класу віку накопичуються сухостійні дерева сосни звичайної нижчих ступенів товщини, які є природним відпадом. Патологічних процесів та ознак заселення шкідниками та ураження збудниками хвороб на час обліків не виявлено.

У 23-річному перегущеному сосновому молодняку (ПП 5А-Слб) переважали дуже ослаблені та ослаблені дерева сосни звичайної, тривав відпад за низовим типом, що визначило певне ослаблення деревостану (I_c – II,70). Деякі дерева сосни мали викривлення, розгалуження стовбура на декілька верхівок, пошкодження від навалів снігу, що погіршує технічну якість деревостану.

Показники відпаду дерев сосни звичайної на ПП В₂-Узр-1: середній діаметр – 2,2 см, середня висота – 3,3 м, густота – 1 421 шт.·га⁻¹, запас – 2 м³·га⁻¹. Показник градієнту відпаду становив 0,06, тобто відпад у деревостані відбувався за рахунок тонкоміру, як це характерно для природних процесів зріджування. Зазвичай за надмірної густоти через загострення конкурентних відносин відбувається сильне ослаблення дерев сосни звичайної (I_c – III,15). Проведення рубки догляду з вилученням небажаних дерев сприятиме покращенню умов росту дерев та усуненню напруженості конкурентних відносин між ними.

На колишніх сільськогосподарських землях 13-річний молодняк штучного походження, як і природний, росте за I^b класом бонітету (ПП В₂-Узр-2). Деревостан має склад 10Сз, од. Бп, запас 67 м³·га⁻¹ за відносної повноти 0,8 (див. табл. 1). За санітарним станом він є ослабленим (див. табл. 5), проте його стан є кращим, ніж сусіднього природного соснового молодняку, оскільки за відносної повноти 0,8 не відбувається такого загострення конкурентних відносин між деревами, як у перегущеному деревостані з відотною повнотою понад 1,0. Тому й показники природного відпаду дерев є дещо нижчими: поодинокі відсталі у рості дерева сосни звичайної заввишки до 0,5 м і до 90 екз.·га⁻¹ (2 % від загальної кількості дерев сосни на ділянці). У деревостані відбуваються активні процеси диференціації дерев за ростом, про що свідчить більш-менш рівномірний розподіл життєздатних дерев сосни за класами Крафта (див. рис. 2).

Сильне ослаблення перегущених самосійних соснових молодняків старшого віку на сільськогосподарських землях зафіксовано також під час досліджень у Малому Поліссі (Tarnopilskyi and Tarnopilska, 2024). Водночас вони, подібно до досліджуваних молодих сосняків, вирізнялися високою продуктивністю та на 20–40 % перевершували за запасом повні соснові деревостани природного походження.

В умовах Східного Полісся та північно-східної частини Лівобережного Лісостепу самосійні соснові деревостани природного походження, що утворилися на колишніх сільськогосподарських землях, перевершували за запасом одновікові штучно створені насадження у 2,4 разу. У порівнянні із запасом повних соснових деревостанів природного походження (Bilous *et al.*, 2021) таке перевищення становило 2,3 разу. Аналогічні підвищені показники (у 2,2–2,3 разу) виявлено і в результаті порівняння запасів і приростів одновікових

досліджуваних 18–23-річних соснових молодняків, які сформувалися природним шляхом на покинутих сільськогосподарських землях, з модальними сосняками, створеними на староорних землях в умовах свіжого дубово-соснового субору в Чернігівському Поліссі (Vedmid *et al.*, 2012).

Соснові молодняки I–II класів віку природного й штучного походження, які формуються на колишніх сільськогосподарських землях, переданих під заліснення, в умовах свіжого дубово-соснового субору та свіжого липово-дубово-соснового сугруду в Східному Поліссі та північно-східній частині Лівобережного Лісостепу мають задовільний санітарний стан і високі показники росту. Природні деревостани мають мішаний склад із домішкою берези повислої та інших порід, а штучні – переважно чистий. Вони досягають високих повноти та продуктивності, але в них потрібно провести рубки догляду та інші заходи наближеного до природи лісівництва (Zhezhkun *et al.*, 2023) для поліпшення умов росту дерев, формування бажаного складу й форми та підвищення біологічної стійкості.

Висновки.

1. Упродовж останніх десятиріч на колишніх сільськогосподарських землях, що межують із сосновими лісами Східного Полісся та північно-східної частини Лівобережного Лісостепу, відбувається інтенсивне природне відновлення та формування соснових деревостанів. В умовах свіжих суборів і сугрудів самосійні молодняки сосни звичайної переважно є чистими за складом, проте можуть мати домішку берези повислої, груші звичайної, яблуні лісової та інших деревних видів. Самосійні ліси, особливо на малоцінних та деградованих землях, забезпечують стабільність ландшафтів, виконують важливі захисні, водоохоронні функції, а також функції регулювання повітря, зберігають біорізноманіття, накопичують значні ресурси для отримання деревини, недеревної продукції лісу та надання екосистемних послуг.

2. Густота соснових молодняків, які формуються на колишніх сільгоспугіддях, залежить від відстані до материнських насаджень. Найбільш ефективно самозаліснення колишніх сільськогосподарських земель відбувається на відстані до 150 м від материнських соснових деревостанів з підвітряного боку західних вітрів, які переважають. Середня густота соснових молодняків віком 5–27 років в умовах свіжих суборів і сугрудів становить 2 000–2 800 екз.·га⁻¹. На більшій відстані кількість самосійних дерев помітно зменшується, а ростуть вони переважно біогрупами.

3. Деревя в самосійних лісах, що формуються на колишніх сільськогосподарських землях, розміщені нерівномірно, є дуже диференційованими за віком та показниками росту. Збережуваність таких дерев істотно підвищується на четвертий рік після початку процесу природного відновлення, а їхня кількість інтенсивно збільшується протягом наступного чотирирічного періоду. У самосійних молодняках з віковим діапазоном дерев від 5 до 15 років основну частку становлять екземпляри віком 8–11 років заввишки 4–5 м.

4. У перший 10-річний період темпи росту самосійних сосняків є дещо сповільненими внаслідок конкурентного впливу трав'яної рослинності. У I класі віку формуються середньоповнотні деревостани I класу бонітету запасом 22–47 м³·га⁻¹ без ознак ослаблення (I_c – I,24–I,39).

5. У II класі віку, після завершення змикання намету та формування типового лісового фітоценозу, темпи росту дерев сосни звичайної істотно прискорюються. У свіжому суборі на колишніх сільськогосподарських землях 13–23-річні природні сосняки з домішкою берези ростуть за I^b класом бонітету, мають відносну повноту понад 1,0 та запас 165–275 м³·га⁻¹, що є майже у 2,4 разу вищим, ніж запас повних соснових деревостанів природного походження. За таких умов санітарний стан молодняків погіршується внаслідок накопичення природного відпаду дерев нижчих ступенів товщини.

6. У самосійних соснових молодняках після повного змикання намету доцільно призначати рубки догляду для поліпшення умов росту та формування повноцінних деревостанів бажаного складу й форми відповідно до лісорослинних умов.

7. Самосійні ліси на колишніх сільськогосподарських землях формуються як повноцінні лісові екосистеми, придатні для подальшого господарювання, та потребують збереження, оскільки мають високий потенціал щодо збільшення лісистості території.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Belgard, A.L. (1950). *Forest vegetation of the southeast of the Ukrainian SSR*. Kyiv: Publishing house of Taras Shevchenko Kyiv State University (in Russian).
- Bilous, A.M., Kashpor, S.M., Myroniuk, V.V., Svinchuk, V.A. and Lesnik, O.M. (2021) *Forest inventory handbook*. Kyiv: Vinichenko Publishing House (in Ukrainian).
- Bilous, M.M. (2009) *Ecologic and forestry peculiarities of reproduction of forest stands on old-arable lands of the Chernihiv Polissia*. Extended abstract of PhD thesis. Kyiv: National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (in Ukrainian).
- Buksha I.F., Bondaruk M.A., Pyvovar T.S., Tselishchev O.H. and Buksha M.I. (2019) *Methodological recommendations for assessing the impact of climate change on forests, analyzing phytodiversity and ecological regimes based on forest monitoring data*. Kharkiv: URIFFM (in Ukrainian).
- Forestry. Terms and definitions. State Standard of Ukraine (DSTU) 3404-96*. (1997). Valid from 01 June 1997. Kyiv: Derzhstandart of Ukraine (in Ukrainian).
- Forest inventory sample plots. Establishing method. Corporate standard 02.02-37-476:2006* (2007). Valid from 01 May 2007. Kyiv: Ministry of Agrarian Policy of Ukraine (in Ukrainian).
- Horodnycha A.V. (2024) *Organisational and economic principles of rational use of self-seeding forests on agricultural lands*. PhD thesis. Kyiv: National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (in Ukrainian).
- Lakyda P. and Blyshchyk V. (2024) 'Productivity and ecological functions of naturally regrown pine forests of the Ukrainian Polissia', *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 27, pp. 129–138 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/412420>
- Maliuha V., Khryk V., Yukhnovskiy V., Minder V., Levandovska S., Kimeichuk I., Brovko F. and Urliuk Y. (2022) 'Erosion control properties of self-seeded forests that appeared in forestless areas of ravine-gully systems', *Forestry Studies*, 77, pp. 56–66.
- On Amendments to Certain Legislative Acts of Ukraine on Forest Conservation* (2022). Law of Ukraine No. 2321-IX dated 26 June 2022. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/en/2321-20?lang=uk#Text> (Accessed: 19 January 2025) (in Ukrainian).
- On Approval of the State Strategy for Forest Management of Ukraine until 2035* (2021). Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 1777-p dated 29 December 2021. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/en/1777-2021-%D1%80?lang=uk#Text> (Accessed: 22 July 2025) (in Ukrainian).
- Openko, I. and Gorodnycha, A. (2024) 'Self-sown forests in the context of climate change: ecological role and economic benefits', *Agrosvit*, 8, pp. 23–30 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2024.8.23>
- Sanitary Forests Regulations in Ukraine* (1995). Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 555 dated 27 July 1995. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-%D0%BF?lang=en#Text> (Accessed: 10 December 2024) (in Ukrainian).
- Tarnopil'skyi, P.B. and Tarnopil'ska, O.M. (2024) 'Naturally growing forests of Scots pine on rural lands of Male Polissia', in *Forestry Education and Science: Current Challenges and Development Prospects. Proceedings of International Science-Practical Conference*, Lviv: Ukrainian National Forestry University (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36930/conf150.1.26>
- Ukrinform Press Center (2021) *Forest Dialogue: Potential for afforestation and restoration of natural ecosystems under land reform*. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=W0VPc08vDf0> (Accessed: 19 January 2025).
- Vedmid, M.M., Kobets, O.V., Lunachevsky, L.S., Tarnopil'ska, O.M., Motoshkov, O.V. and Lozitsky, V.G. (2012) 'Growth characteristics of modal pine stands planted on abandoned agricultural lands in Novgorod-Siversky and Chernihiv Polissya', *Forestry and Forest Melioration*, 121, pp. 25–33 (in Ukrainian).
- Vedmid, M.M., Zhezhkun, A.M., Trofimenko, M.E. and Bruy, S.M. (2021) 'Growing natural pure pine and birch stands on abandoned agricultural lands in fresh relatively infertile sites in Novgorod-Siverske Polissya', in *Forest science: current state, issues, and prospects (URIFFM – 90 Years). Proceedings of International Scientific and Practical Conference*. Kharkiv: URIFFM, pp. 83–85 (in Ukrainian).
- Vorobyov, D.V. (1967) *Methodology of forest typological research*. Kyiv: Urozhay (in Russian).
- Zakharchuk, V. (2017) 'Influence of ecological factors of forest ecosystem restoration on the floodplains of Zhytomyr Polissya', *Agroecological Journal*, 4, pp. 117–122 (in Ukrainian).
- Zhezhkun, A.M. (2021) *Forests of Eastern Polissya of Ukraine: structure, production, formation and reproduction*. Mena: TOV Dominant (in Ukrainian).

Zhezhkun, A., Kubrakov, S., Porokhniach, I., Kovalenko, I. and Melnyk, T. (2023) ‘Close-to-nature forestry measures in East Polissia region of Ukraine’, *South-East European Forestry*, 14 (1). pp. 15–26. <https://doi.org/10.15177/see-for.23-04>

FEATURES OF THE FORMATION OF SELF-SEEDED SCOTS PINE FORESTS ON ABANDONED AGRICULTURAL LANDS IN EASTERN POLISSIA AND THE NORTHEASTERN PART OF THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Zhezhkun A. M.^{1*}, Porokhniach I. V.²

The study examines the patterns of formation of self-sown Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) young stands on former agricultural lands adjacent to mature pine stands. The most effective natural regeneration is observed within 100–150 m-wide strips of farmland located on the leeward side of prevailing westerly winds, next to seed-source pine stands. In fresh relatively poor and relatively fertile site conditions, the average density of 5–27-year-old self-sown stands ranges from 2,000 to 2,800 stems·ha⁻¹, generally corresponding to site quality class I or higher. Growth rates accelerate after canopy closure and the establishment of a typical forest microenvironment. The growing stock of 13-year-old, high-density self-sown pine forests in fresh relatively poor pine forest site conditions on abandoned farmland exceeds that of fully stocked naturally regenerated pine stands by nearly 2.4 times. However, excessive stand density may lead to deterioration in tree health, emphasizing the need for tending felling to reduce competitive stress, improve growth conditions, and promote the development of high-value stands with the desired composition and form, in accordance with forest site type.

Key words: *Pinus sylvestris* L., stand characteristics, natural regeneration, formation dynamics, health condition.

Дата надходження рукопису 15.08.2025

Дата прийняття до друку 17.11.2025

Дата публікації 29.12.2025

¹ Zhezhkun Anatoliy, Dr. habil. (Agricultural Sciences), Senior Researcher, State Enterprise “Novhorod-Siverskiy Forest Research Station”, 90 Ivana Bohuna Street, Novhorod-Siverskiy, 16000, Chernihiv region, Ukraine. E-mail: desna-90@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1431-8944>

² Porokhniach Ihor, PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, State Enterprise “Novhorod-Siverskiy Forest Research Station”, 90 Ivana Bohuna Street, Novhorod-Siverskiy, 16000, Chernihiv region, Ukraine. E-mail: porohniaach.igor@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7739-8921>

*Correspondence: desna-90@ukr.net

**САНІТАРНИЙ СТАН ПРИРОДНИХ ДУБОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ
ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**М. Г. Румянцев^{1*}, О. В. Кобець², С. І. Мусієнко³

Досліджено санітарний стан мішаних природних дубових деревостанів різного віку, зокрема на постійних пробних площах (у перестійних природних дубняках насінневого походження), в умовах свіжої кленово-липової діброви Лівобережного Лісостепу України (Сумська та Харківська області). Проаналізовано динаміку розподілу дерев дуба за категоріями санітарного стану. Виявлено залежність між індексом санітарного стану дубових деревостанів та участю в їхньому складі супутніх видів. Відзначено, що деревостани старшого віку (понад 120 років) характеризувалися гіршим санітарним станом, порівнюючи з деревостанами меншого віку (80–120 років). Визначено, що природні дубові деревостани насінневого походження в Лівобережному Лісостепу України є стійкішими, ніж порослеві. Виявлено незначну частку сухостійних дерев дуба в складі мішаних природних дубових деревостанів різного віку. Загалом це свідчить про відсутність деградації дубових деревостанів у регіоні досліджень.

Ключові слова: *Quercus robur* L., таксаційні показники, індекс стану, сухостій, рубки догляду, санітарні рубки.

Вступ. Останнім часом в окремих регіонах країни виникають осередки ослаблення та всихання лісів, зокрема дубових, зумовлені насамперед дією біотичних (пошкодження комахами та ураження збудниками хвороб лісу), абіотичних (посуха, нестача вологи та опадів протягом вегетаційного періоду) та антропогенних (неправильне ведення лісового господарства) чинників (Borodavka, 2009; Holovach, 2010; Meshkova, 2011; Kobets, 2014; Tkach *et al.*, 2014a; Bendixsen *et al.*, 2015; Wood *et al.*, 2018; Macháčová *et al.*, 2022; Gosling *et al.*, 2024; Langer *et al.*, 2025). Ці обставини можуть спричинити послаблення ефективності надання лісами комплексу різноманітних екосистемних послуг, а також збереження біорізноманіття лісових екосистем (Tkach and Rumiantsev, 2022).

Індекс санітарного стану насаджень є основою для ухвалення управлінських рішень щодо подальшого призначення відповідних господарських і лісозахисних заходів (Meshkova, 2011). Згідно з чинною нормативною базою щодо ведення господарства в лісах України заходи з поліпшення санітарного стану лісів (вибіркові та суцільні санітарні рубки, ліквідація захаращеності тощо) є частиною комплексу профілактичних заходів, які здійснюються із метою збереження стійкості насаджень, запобігання розвитку патологічних процесів у лісі, зменшення шкоди, яку завдають шкідники та хвороби, ліквідації наслідків аварій та стихійного лиха (*Sanitary Forests Regulations in Ukraine*, 1995).

Оцінювання санітарного стану лісів, зокрема природних дубових лісів Лівобережного Лісостепу України, у зв'язку з впливом різних абіотичних, біотичних та антропогенних чинників є актуальним, оскільки воно є необхідним для прогнозування процесу ослаблення деревостанів, а також для вдосконалення лісогосподарських заходів щодо підвищення їхньої

¹ Румянцев Максим Григорович, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. E-mail: maxrum-89@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2245-2441>

² Кобець Олексій Володимирович, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. E-mail: alexei_kobec@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0712-8827>

³ Мусієнко Сергій Іванович, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. E-mail: musienkosergij_les@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6581-2670>

* Адреса для кореспонденції: maxrum-89@ukr.net

стійкості та продуктивності. У порівнянні, аналізі та висвітленні стану насіннєвих і порослево-насіннєвих дубових деревостанів Лівобережного Лісостепу України різного віку та складу для визначення подальших покращувальних заходів і полягає новизна досліджень.

Мета досліджень – дослідити динаміку санітарного стану порослевих і природних насіннєвих дубових деревостанів та визначити ступінь їхньої деградації під впливом різних абіотичних, біотичних та антропогенних чинників.

Матеріали й методи. Санітарний стан дуба оцінювали на чотирьох постійних пробних площах (ППП) і 32 тимчасових пробних площах (ТПП), закладених за загальноприйнятими в лісівництві та лісовій таксації методиками (*Forest inventory sample plots*, 2007; Нром, 2010) у природних деревостанах різного віку в Сумській (Нескучанське лісництво, Тростянецьке надлісництво філії «Північний лісовий офіс» ДП «Ліси України») і в Харківській (Дергачівське, Липецьке та Південне лісництва ДП «Харківська ЛНДС», а також Кочетоцьке лісництво Зміївського надлісництва філії «Слобожанський лісовий офіс» ДП «Ліси України») областях. Вибір пробних площ обґрунтовано середніми таксаційними показниками цих дубових деревостанів серед насаджень відповідного віку в регіоні.

Дослідження проводили в один час (в кінці серпня – на початку вересня), щоб уникнути впливу на результати сезонних погодних і кліматичних коливань. Всі досліджувані деревостани ростуть в умовах свіжої кленово-липової діброви – корінного та найпоширенішого типу лісу в умовах Лівобережного Лісостепу України (Ostapenko and Tkach, 2002). Вік досліджуваних деревостанів на ППП становив 150–200 років, відносна повнота – 0,6, участь дуба у складі першого ярусу – 4–10 одиниць, походження – природне насіннєве. На ТПП вік насаджень становив 85–145 років, відносна повнота – 0,5–0,9, участь дуба у складі насаджень – 8–9 одиниць, походження – порослево-насіннєве з переважанням порослевого (понад 70 %) (табл. 1).

Таблиця 1

Таксаційна характеристика досліджуваних дубових деревостанів і середній індекс санітарного стану

Table 1

Mensuration characteristics of the studied oak stands and the average health condition index

Пробна площа Sample plot	Лісництво Forestry	Кв.-вид. Com- partment- Subcom- partment	Таксаційні показники дубових деревостанів Mensuration characteristics of the oak stands				Середній індекс санітарного стану Average health condition index	
			Склад Composition	Вік, років Age, years	Відносна повнота Relative density of stocking	Запас, м³·га ⁻¹ Growing stock, m³·ha ⁻¹	дерево- стану of the stand	дуба of oak
Деревостани на ППП віком 150–200 років Stands on the sample plots aged 150–200 years								
1	Кочетоцьке	210-2	10Дз+Яз	193	0,6	360	1,81	1,82
2	Нескучанське	31-1	5Дз3Лпд1Яз1Клг	200		320	1,54	1,72
3	Нескучанське	38-3	4Дз3Яз2Лпд1Клг	150		379	1,27	1,59
4	Нескучанське	39-7	5Дз3Яз1Лпд1Клг	150		370	1,46	1,71
Деревостани на ТПП віком 80–100 років Stands on the sample plots aged 80–100 years								
5	Липецьке	31-22	8Дз1Клп1Лпд	85	0,6	210	1,90	2,31
6	Липецьке	32-6	9Дз1Клг	90		190	2,12	2,39
7	Південне	80-1	9Дз1Клп	85		205	2,20	2,50

Продовження табл. 1

Table 1 (Continued)

Пробна площа Sample plot	Лісництво Forestry	Кв.-вид. Com- partment- Subcom- partment	Таксаційні показники дубових деревостанів Mensuration characteristics of the oak stands				Середній індекс санітарного стану Average health condition index	
			Склад Composition	Вік, років Age, years	Відносна повнота Relative density of stocking	Запас, м³·га ⁻¹ Growing stock, m³·ha ⁻¹	деревостану of the stand	дуба of oak
8	Липецьке	32-3	9Дз1Клп	85	0,7	260	2,17	2,35
9	Липецьке	33-9	9Дз1Клп	100		245	2,34	2,54
10	Південне	81-1	8Дз1Лпд1Клг	90		230	2,01	2,30
11	Липецьке	33-3	8Дз1Клг1Лпд	92	0,8	270	1,97	2,24
12	Дергачівське	210-6	8Дз2Яз+Клп	95		300	1,84	2,12
13	Дергачівське	213-3	8Дз1Яз1Лпд	95		310	1,79	2,22
14	Липецьке	33-5	8Дз1Яз1Клг	95	0,9	310	1,65	2,02
15	Південне	112-6	9Дз1Лпд	80		280	1,89	2,27
16	Дергачівське	214-4	8Дз1Лпд1Яз	95		325	1,78	2,10
Деревостани на ТПП віком 101–120 років Stands on the sample plots aged 101–120 years								
17	Липецьке	36-1	9Дз1Клп+Лпд+Яз	105	0,6	210	2,03	2,41
18	Південне	103-4	9Дз1Клг	115		260	2,08	2,32
19	Дергачівське	211-2	8Дз2Яз	102		270	1,81	2,04
20	Липецьке	35-2	8Дз1Клг1Яз	115	0,7	260	1,81	2,20
21	Південне	83-9	9Дз1Клп+Яз	105		240	1,94	2,35
22	Дергачівське	213-2	8Дз1Лпд1Яз	110		290	1,81	2,08
23	Липецьке	37-9	8Дз2Клг	103	0,8	290	1,97	2,20
24	Дергачівське	209-1	9Дз1Яз	105		320	2,21	2,46
25	Дергачівське	325-5	8Дз1Лпд1Яз+Клг	108		335	2,14	2,43
26	Липецьке	38-6	9Дз1Клп	105	0,9	330	2,20	2,44
27	Дергачівське	219-1	8Дз1Яз1Лпд+Клп	110		350	1,86	2,29
28	Дергачівське	230-2	8Дз2Лпд+Яз	120		355	2,25	2,57
Деревостани на ТПП віком 121–150 років Stands on the sample plots aged 121–150 years								
29	Південне	106-3	9Дз1Клг	135	0,5	230	2,44	2,68
30	Дергачівське	326-12	8Дз2Лпд+Яз	122		240	2,14	2,59
31	Липецьке	34-5	9Дз1Клг+Яз	145	0,6	270	2,56	2,94
32	Дергачівське	255-1	8Дз2Яз+Лпд+Клг	133		275	2,43	2,64
33	Липецьке	34-3	9Дз1Клг	145	0,7	320	2,50	2,82
34	Дергачівське	10-9	9Дз1Клг+Лпд	122		300	2,44	2,84
35	Південне	105-1	8Дз1Лпд1Клг	125	0,8	325	2,20	2,49
36	Липецьке	4-1	8Дз1Клг1Лпд	122		320	2,31	2,57

Примітка. Дз – дуб звичайний (*Quercus robur* L.), Клг – клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), Клп – клен польовий (*Acer campestre* L.), Лпд – липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.), Яз – ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.).

Note. Дз – English oak (*Quercus robur* L.), Клг – Norway maple (*Acer platanoides* L.), Клп – field maple (*Acer campestre* L.), Лпд – small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.), Яз – common ash (*Fraxinus excelsior* L.).

Оцінювання стану досліджуваних деревостанів на ТПП проведено у 2018 р., а на ТПП – у 2020–2021 рр. за методикою (*Recommendations for the comprehensive protection of oak forests*, 1986), яка враховує біологічні особливості дуба. Стан дубових деревостанів і ступінь їхнього пошкодження характеризували середнім індексом стану (I_c). Середньозважений індекс санітарного стану визначали діленням суми добутків кількості дерев кожної категорії

санітарного стану та балів відповідних категорій стану на загальну кількість дерев у переліку. Ступінь пошкодження деревостанів визначали за індексом стану (I_c) відповідно до таблиці 2 (*Monitoring and increasing the resilience of anthropogenically disturbed forests*, 2011).

Таблиця 2

Шкала визначення стану деревостанів і ступеня їхнього пошкодження

Table 2

The scale for determining the condition and damage degree of stands

Середній індекс санітарного стану (I_c) Average health condition index	Деревостан за станом Stand condition	Ступінь пошкодження Damage degree
1,00–1,50	Здоровий	Відсутні
1,51–2,50	Ослаблений	Слабкий
2,51–3,50	Сильно ослаблений	Середній
3,51–4,50	Всихаючий	Сильний
4,51–5,00	Загиблий	Дуже сильний

Санітарний стан дерев визначали за шкалою категорій стану, наведеною в «Санітарних правилах в лісах України» (*Sanitary Forests Regulations in Ukraine*, 1995). За цією шкалою дерева розподіляють на шість категорій: «без ознак ослаблення» (1-ша категорія стану), «ослаблені» (2-га категорія), «дуже ослаблені» (3-тя категорія), «такі, що всихають» (4-та категорія), «свіжий сухостій» (5-та категорія) і «старий сухостій» (6-та категорія).

Результати. Результати проведених досліджень свідчать, що середній індекс санітарного стану природних дубових деревостанів насіннєвого походження на ППП коливався в межах 1,27–1,81 бала, зокрема дуба – 1,59–1,82. Деревостани за станом характеризувалися як «здорові» (ПП 3 і 4) та «ослаблені» (ПП 1 і 2), а ступінь їхнього пошкодження – відповідно як «відсутні» і «слабкий» (див. табл. 1). У міру збільшення віку деревостанів їхній санітарний стан дещо погіршувався.

Також слід відзначити залежність між індексом санітарного стану дубових деревостанів та участю в їхньому складі супутніх видів. Так, найгіршим санітарним станом ($I_c = 1,81$) характеризувався майже чистий за складом дубовий деревостан (із невеликою домішкою (до 5 % за запасом) ясена звичайного). У міру збільшення частки супутніх видів (ясена звичайного, липи серцелистої та клена гостролистого) до 5–6 одиниць стан деревостанів покращувався ($I_c = 1,27–1,54$).

У складі дубових деревостанів на всіх ППП переважали дерева дуба 1-ї та 2-ї категорій стану («без ознак ослаблення» та «ослаблені»). Їхня частка становила 86–92 % від загальної кількості (табл. 3). Доволі велика частка таких дерев суттєво впливає на загальний стан деревостанів, а незначна частка дерев 5-ї та 6-ї категорій стану («свіжий сухостій» і «старий сухостій») свідчить про відсутність деградації дубових деревостанів у регіоні дослідження.

Середній індекс санітарного стану досліджуваних дубових деревостанів порослево-насіннєвого походження на ТПП коливався в межах 1,65–2,56 бала, зокрема для дуба – 2,02–2,94. Деревостани за станом характеризувалися як «ослаблені» та «сильно ослаблені», а ступінь їхнього пошкодження – відповідно як «слабкий» і «середній» (див. табл. 1). Помічено, що у міру збільшення віку деревостанів їхній санітарний стан погіршувався. Водночас у деревостанах із різною участю дуба у складі першого ярусу цей процес відбувався по-різному. Деревостани з участю дуба у складі 8 одиниць характеризувалися кращим санітарним станом ($I_c = 1,65–2,43$), ніж деревостани з участю дуба у складі 9 одиниць ($I_c = 1,89–2,56$) (рис. 1). Це пов'язане з тим, що супутні види у складі досліджуваних деревостанів (ясен звичайний, липа серцелиста, клени гостролистий і польовий) характеризуються набагато кращим санітарним станом, ніж дуб звичайний, адже мають насіннєве походження, а дуб – окрім насіннєвого, ще й порослеве. Стан порослевих

екземплярів дуба 80–100-річного віку та старших стрімко погіршується, що впливає на загальний індекс стану досліджуваних порослево-насінневих дубняків.

Таблиця 3

Розподіл дерев дуба у складі досліджуваних дубових деревостанів за категоріями санітарного стану
(чисельник – екз., знаменник – частка від загальної кількості, %)

Table 3

Distribution of oak trees in the studied oak stands by health condition categories
(numerator - stems, denominator – proportion in the total number, %)

ППП Sample plots	Категорії санітарного стану Health condition classes							Середній індекс санітарного стану Average index of health condition
	1	2	3	4	5	6	разом total	
1	$\frac{56}{55}$	$\frac{32}{31}$	$\frac{5}{5}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{7}{7}$	$\frac{102}{100}$	1,82
2	$\frac{33}{61}$	$\frac{15}{28}$	$\frac{2}{4}$	–	–	$\frac{4}{7}$	$\frac{54}{100}$	1,72
3	$\frac{31}{61}$	$\frac{16}{31}$	$\frac{2}{4}$	–	–	$\frac{2}{4}$	$\frac{51}{100}$	1,59
4	$\frac{36}{64}$	$\frac{13}{23}$	$\frac{2}{4}$	$\frac{1}{2}$	–	$\frac{4}{7}$	$\frac{56}{100}$	1,71

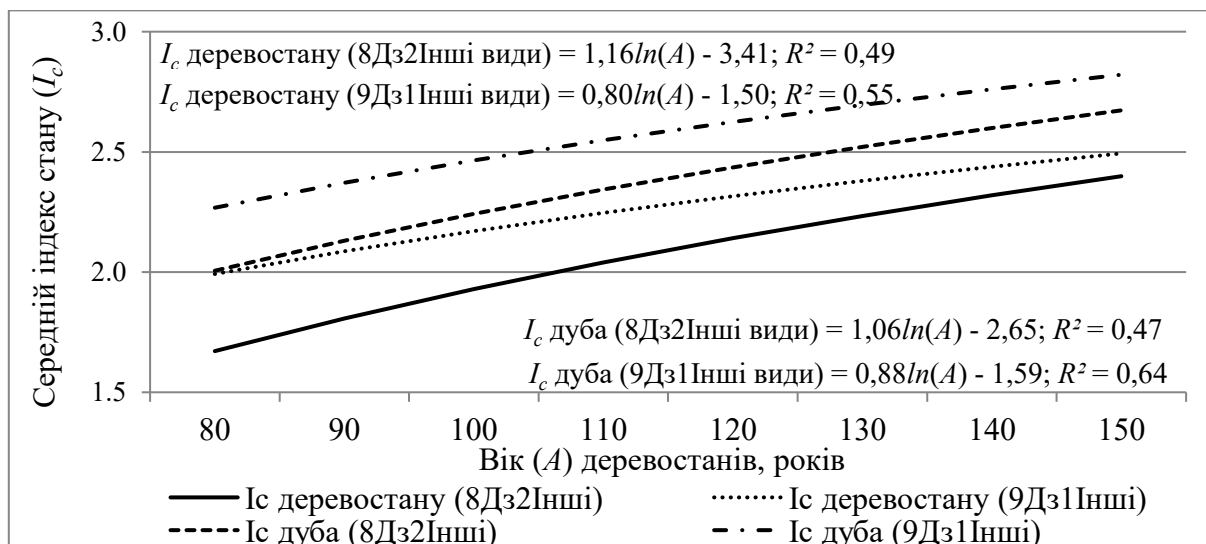


Рис. 1 – Динаміка середнього індексу санітарного стану природних дубових деревостанів різного складу
Fig. 1 – Dynamics of the average health condition index in natural oak stands of different compositions

Подібною є ситуація із санітарним станом власне дерев дуба у складі деревостанів. Так, середній індекс санітарного стану дуба в деревостанах з його участю в складі 8 одиниць був кращим ($I_c = 2,02\text{--}2,64$), як порівняти з деревостанами, де його участь у складі становила 9 одиниць ($I_c = 2,27\text{--}2,94$).

Слід зазначити, що коефіцієнти детермінації функцій R^2 , які описують зв'язок між наведеними величинами як для дуба окремо, так і для деревостану загалом, у мішаних деревостанах із участю дуба в складі близько 80 % свідчать про наявність середнього ($R^2 = 0,47$ і $0,49$) впливу віку на стан насадження. У деревостанах із участю дуба в складі близько 90 % значення R^2 є дещо більшим ($0,64$ і $0,55$).

Частка дубового сухостою в досліджуваних деревостанах була незначною – до 16 % від загального запасу дуба. Найбільший обсяг сухостою виявлено в деревостанах, де в останні 10 років не проводили вибіркові санітарні рубки. Переважно це дерева, уражені збудниками хвороб лісу, зокрема трутовиком несправжнім дубовим (*Phellinus igniarius* (L.) Quél.)

та опеньком осіннім справжнім (*Armillaria mellea* (Vahl. ex Fr.) Kumm.). Залежностей між обсягом сухоостою та віком, походженням і участю дуба у складі насаджень не виявлено.

Обговорення. Результати обстеження доволі значної кількості модальних природних дубових деревостанів Лівобережного Лісостепу (на прикладі лісогосподарських підприємств Сумської та Харківської областей) загалом свідчать про добрий їхній санітарний стан, навіть у групі перестійних. Це є характерним для останніх декількох десятиліть. Підтвердженням цьому є стан деревостану на ППП 1 (Кочетоцьке лісництво Зміївського надлісництва філії «Слобожанський лісовий офіс», до 2022 р. – Кочетоцьке лісництво ДП «Чугуєво-Бабчанське ЛГ»), де аналіз динаміки кількості дерев дуба за категоріями санітарного стану, а також середнього індексу стану науковці УкрНДЛГА проводять вже майже 30 років (1992–2018 рр.) (Holovach, 2010; Tkach *et al.*, 2014a).

За результатами аналізу виявлено коливання середнього індексу санітарного стану за період 1992–2007 рр. – від 2,40 у 1992, 2003 і 2007 роках до 2,80 у 1995 році (рис. 2). Після проведення вибіркової санітарної рубки у 2008 р. санітарний стан деревостану дещо покращився внаслідок вирубування всохлих і таких, що всихають дерев (5-ї–6-ї категорій стану). За період 2010–2018 рр. його значення індексу було майже однаковим – 1,75 у 2010 р. та 1,82 у 2018 р. За останні вісім років частка дерев дуба 5-ї та 6-ї категорій стану не змінилася, а частка дерев 3-ї та 4-ї категорій («дуже ослаблених» і «таких, що всихають») – збільшилася лише на 1 %. Це свідчить про сповільнення темпів ослаблення природних дубових деревостанів насінневого походження та про незначне накопичення сухоостою в їхньому складі.

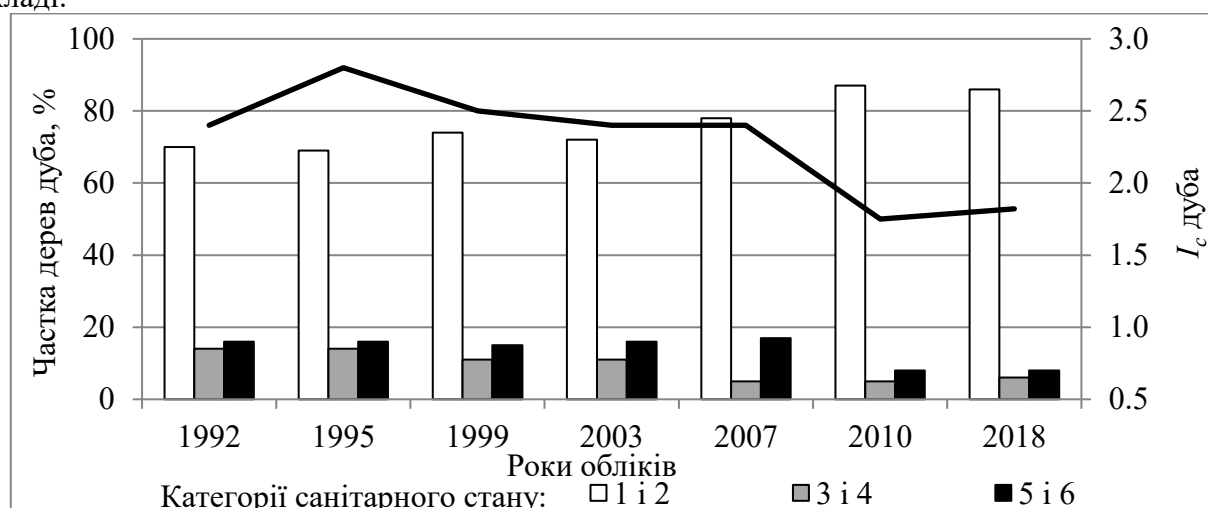


Рис. 2 – Динаміка розподілу дерев дуба на ППП 1 за категоріями санітарного стану та середній індекс стану (I_c , суцільна лінія) за період 1992–2018 рр.

(дані за 1992, 1995, 1999, 2003 і 2007 рр. взято за Tkach *et al.* (2014a), а за 2010 р. – за Holovach (2010))

Fig. 2 – Dynamics of oak tree distribution in terms of health condition categories and average health condition index (I_c , solid line) in the sample plot 1 during 1992–2018 (data for 1992, 1995, 1999, 2003 and 2007 were taken from Tkach *et al.* (2014a), and for 2010 from Holovach (2010))

Частка сухоостою в досліджуваних деревостанах була порівняно незначною – не більше ніж 16 % від загального запасу дуба. Це пов'язане зі своєчасним проведенням вибірових санітарних рубок, оскільки найбільший обсяг сухоостою виявлено саме в деревостанах, де в останні 10 років такі рубки не проводили. Подібну ситуацію відмічено В. П. Ткачем і М. Г. Румянцевим (Tkach and Rumiantsev, 2022) для штучних дубових деревостанів Лівобережного Лісостепу.

Слід зазначити, що середній індекс санітарного стану дубових деревостанів загалом і дуба звичайного зокрема є найменшим у деревостанах віком 80–100 років, а найвищим – у деревостанах віком 121–150 років (рис. 3). Це пов'язане з тим, що дерева дуба в цих

лісостанах мали переважно порослеве походження, і з віком їхній санітарний стан поступово погіршувався. Зниження біологічної стійкості дерев дуба звичайного порослевого походження та погіршення санітарного стану порослевих дубових деревостанів після досягнення ними 70–80-річного віку в Лівобережному Лісостепу та Степу України підтверджено низкою інших досліджень (Borodavka, 2009; Tkach and Holovach, 2009; Holovach, 2010; Kobets, 2014; 2015; Tkach *et al.*, 2014a).

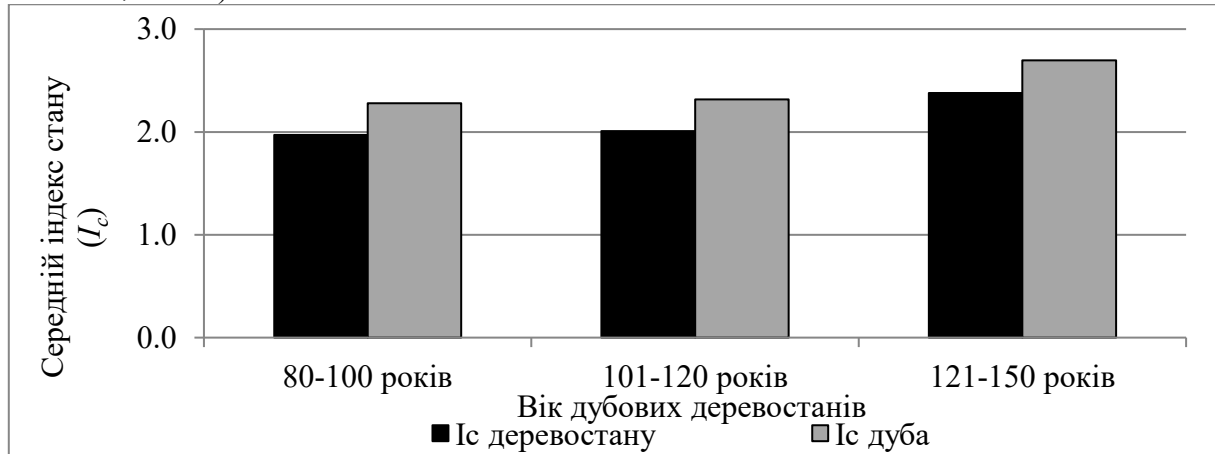


Рис. 3 – Динаміка середнього індексу санітарного стану (I_c) дуба в природних деревостанах різного віку
Fig. 3 – Dynamics of the average health condition index (I_c) of oak in natural oak stands of different ages

Останніми десятиліттями також виявлено всихання лісів із участю різних видів дуба у багатьох країнах на різних континентах: у європейських країнах – з участю декількох видів *Quercus* spp. (*Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. suber*, *Q. humilis* та *Q. ilex*), у країнах Північної Африки – з участю *Q. suber*, Азії – *Q. dentata* та *Q. mongolica*, Північної Америки – декількох видів *Quercus* spp. (*Q. velutina*, *Q. coccinea*, *Q. alba*, *Q. marilandica* та *Q. stellata*), на Близькому Сході (*Q. brantii*) (Gottschalk and Wargo, 1996; Bendixsen *et al.*, 2015; Wood *et al.*, 2018; Camarero *et al.*, 2021; Geo-Izquierdo *et al.*, 2021; Hosseini and Hosseini, 2022). Першопричинами цього явища є широкий спектр абіотичних і біотичних чинників, зокрема приморозків, посухи, антропогенного навантаження, зниження рівня ґрунтових вод, певних недоліків у веденні лісового господарства, пошкодження комахами-листогризами, короїдами, ураження різними видами грибів, бактерій, мікоплазмоподібними організмами та вірусами.

Стан природних модальних дубових деревостанів Лівобережного Лісостепу нині на значних площах не відповідає еталонним (корінним високопродуктивним) деревостанам, склад яких має становити до 80 % дуба звичайного та мінімум 20 % інших видів (ясена звичайного, липи серцелистої, клена гостролистого тощо) (Ostapenko and Tkach, 2002). Результати аналізу матеріалів лісовпорядкування свідчать, що лише 15 % загальної площі дубових лісів Лівобережного Лісостепу, підпорядкованих Державному агентству лісових ресурсів України, яка становить майже 183 тис. га, становлять деревостани з участю 8 одиниць дуба у складі; на 21 % площі ростуть чисті за складом деревостани, ще на 11 % – деревостани з участю дуба 9 одиниць, а на решті площі (53 %) – деревостани з участю дуба 7 одиниць і меншою (Tkach *et al.*, 2019).

Відомо також, що порослеві дубові деревостани, які займають найбільшу площу серед дубових лісів регіону, є менш стійкими та довговічними, порівнюючи з насінневими (Tkach and Holovach, 2009). Такі деревостани з віком будуть піддаватися ослабленню та менш ефективно виконуватимуть свої функції, а тому потребуватимуть заміни на насіннєві шляхом проведення відповідних лісогосподарських заходів. Одним із таких заходів є лісовідновні рубки з орієнтуванням на природне насіннєве або штучне відновлення дубових деревостанів. Технологію проведення таких рубок в ослаблених порослевих дубняках розроблено науковцями УкрНДЛГА під керівництвом професора В. П. Ткача (Tkach *et al.*, 2014b; 2015; 2018; 2021).

Висновки. Досліджувані дубові деревостани Лівобережного Лісостепу України характеризуються порівняно добрим санітарним станом. Кращий стан мають мішані деревостани природного насінневого походження, як порівняти з деревостанами порослево-насінневого походження. У складі природних дубових деревостанів різних віку та складу переважають дерева дуба 1-ї та 2-ї категорій стану («без ознак ослаблення» та «ослаблені»), частка яких перевищує 80 % від загальної площі. Це значною мірою впливає на загальний стан цих деревостанів. Частка сухостійних дерев є незначною. Загалом це свідчить про відсутність деградації дубових деревостанів у регіоні. Для покращення загального стану дубових деревостанів необхідне вчасне проведення відповідних рубок догляду та санітарних рубок, які мають бути спрямовані на формування оптимальних за складом дубових деревостанів.

Джерела фінансування. Статтю підготовлено авторами в межах виконання тем досліджень УкрНДЛГА («Удосконалити способи та технології проведення рубок у рівнинних лісах України», № держреєстрації 0115U001196 та «Удосконалити систему рубок у лісах України на засадах наближеного до природи лісівництва», № держреєстрації 0120U101888), замовником яких було Державне агентство лісових ресурсів України.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Bendixsen, D.P., Hallgren, S.W. and Frazier, A.E. (2015) 'Stress factors associated with forest decline in xeric oak forests of south-central United States', *Forest Ecology and Management*, 347, pp. 40–48. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.03.015>
- Borodavka, V.O. (2009) *Periodic drying of forests in the Steppe zone: factors, manifestations, course, consequences and lessons learned*. Donetsk: Tekhnopak (in Ukrainian).
- Camarero, J.J., Colangelo, M., Gazol, A. and Azorín-Molina, C. (2021) 'Drought and cold spells trigger dieback of temperate oak and beech forests in northern Spain', *Dendrochronologia*, 66, 125812. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2021.125812>
- Forest inventory sample plots. Establishing method. Corporate standard 02.02-37-476:2006*. (2007). Valid from May 1, 2007. Kyiv: Ministry of Agrarian Policy of Ukraine (in Ukrainian).
- Geo-Izquierdo, G., Natalini, F. and Cardillo, E. (2021) 'Holm oak death is accelerated but not sudden and expresses drought legacies', *Science of the Total Environment*, 754, e141793. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141793>
- Gosling, R.H., Jackson, R.W., Elliot, M. and Nichols, C.P. (2024) 'Oak declines: Reviewing the evidence for causes, management implications and research gaps', *Ecological Solutions and Evidence*, 5, e12395. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12395>
- Gottschalk, K.W. and Wargo, P.M. (1996) 'Oak decline around the world'. USDA Interagency Gypsy Moth Research Forum Report. Available at: https://www.fs.usda.gov/nrs/pubs/jrnl/1997/ne_1997_gottschalk_002.pdf (Accessed: 11 June 2025)
- Holovach, R.V. (2010) 'Sanitary condition of natural oak forest stands in the Left-bank Forest-Steppe', *Forestry and Forest Melioration*, 126, pp. 183–186 (in Ukrainian).
- Hosseini, A. and Hosseini, S.M. (2022) 'Contracting foliar and soil nutrient responses to drought induced crown dieback in a *Quercus brantii* forest', *Dendrobiology*, 87, pp. 101–112. <https://doi.org/10.12657/denbio.087.007>
- Hrom, M.M. (2010) *Forest mensuration*. Lviv: RVV NLTU (in Ukrainian).
- Kobets, O.V. (2014) 'Analysis of forming and sanitation forest fellings carried out in Velikoanadolsky forest area from 1974 to 2013', *Forestry and Forest Melioration*, 124, pp. 13–21 (in Ukrainian).
- Kobets, O.V. (2015) 'Sanitary condition of oak stands of the Velikoanadolsky forest area', *Forestry and Forest Melioration*, 126, pp. 44–51 (in Ukrainian).
- Langer, G.J., Busskamp, J., Burkardt, K. and Rohde, M. (2025) 'Review on temperate oak decline and oak diseases with a focus on Germany', *Journal für Kulturpflanzen*, 77(02), pp. 36–49. <https://doi.org/10.5073/JfK.2025.02.04>
- Macháčová, M., Nakládal, O., Samek, M., Bařa, D., Zúmr, V. and Peřková, V. (2022) 'Oak decline caused by biotic and abiotic factors in Central Europe: A case study from the Czech Republic', *Forests*, 13, 1223. <https://doi.org/10.3390/f13081223>
- Meshkova, V.L. (2011) 'Dynamics of health condition of oak stands in the Left-bank Forest Steppe of Ukraine after forest management operations', *Forest Journal*, 1, pp. 28–32 (in Ukrainian).
- Monitoring and increasing the resilience of anthropogenically disturbed forests. Collection of recommendations of URIFFM* (2011). Kharkiv: Nove slovo (in Ukrainian).
- Ostapenko, B.F. and Tkach, V.P. (2002) *Forest Typology*. Kharkiv: Pleyada (in Ukrainian).

- Recommendations for the comprehensive protection of oak forests from damage by pests, diseases and dieback* (1986). Kharkiv: URIFFM (in Russian).
- Sanitary Forests Regulations in Ukraine*. (1995). Approved by Cabinet of Ministers of Ukraine. Kyiv (in Ukrainian). Available at: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/555-95-%D0%BF> (Accessed: 20 July 2025).
- Tkach, V.P. and Holovach, R.V. (2009) 'Modern condition of natural oak stands in the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine', *Forestry and Forest Melioration*, 116, pp. 79–84 (in Ukrainian).
- Tkach, V.P., Kuprina, N.P. and Luk'yanets, V.A. (2014a) 'Condition and viability of oak in the Forest-Steppe of Ukraine', *Forestry and Forest Melioration*, 125, pp. 64–71 (in Ukrainian).
- Tkach, V.P., Luk'yanets, V.A., Kuprina, N.P. and Rumiantsev, M.G. (2014b) 'The results of studies on weakened coppice oak stand reformation in the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine', *Forestry and Forest Melioration*, 125, pp. 72–78 (in Ukrainian).
- Tkach, V.P., Luk'yanets, V.A., Tarnopilska, O.M. and Rumyantsev, M.G. (2018) 'Ways for reconstruction of noncommercial coppice oak stands in Left-bank Forest-Steppe zone', *Forestry and Forest Melioration*, 132, pp. 48–56 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.132.2018.48>
- Tkach, V.P. and Rumiantsev, M.H. (2022) 'Condition and productivity of planted oak stands in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine', *Forestry and Forest Melioration*, 141, pp. 45–51 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.141.2022.45>
- Tkach, V.P., Rumiantsev, M.G., Chygrynets, V.P., Luk'yanets, V.A. and Kobets, O.V. (2015) 'Features of natural seed regeneration in a fresh maple-lime oak forest in the Left-bank Forest-Steppe', *Forestry and Forest Melioration*, 127, pp. 43–52 (in Ukrainian).
- Tkach, V., Rumiantsev, M., Kobets, O., Luk'yanets, V. and Musienko, S. (2019) 'Ukrainian plain oak forests and their natural regeneration', *Forestry Studies*, 71, pp. 17–29. <https://doi.org/10.2478/fsmu-2019-0010>
- Tkach, V.P., Rumiantsev, M.H., Luk'yanets, V.A. and Kobets, O.V. (2021) 'Natural young oak stands of Left-bank Forest-Steppe and features of tending felling there by means of mechanized method', *Forestry and Forest Melioration*, 139, pp. 20–27 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.139.2021.20>
- Wood, J.D., Knapp, B.O., Muzika, R.M., Stambaugh, M.C. and Gu, L. (2018) 'The importance of drought-pathogen interactions in driving oak mortality events in the Ozark border region', *Environmental Research Letters*, 13, e015004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa94fa>

HEALTH CONDITION OF NATURAL OAK STANDS IN THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Rumiantsev M. H.^{1*}, Kobets O. V.², Musienko S. I.³

The health condition of mixed natural oak stands of different ages, including those on permanent sample plots in overmature seed-origin stands, was assessed in fresh maple-lime oak forest conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine (Sumy and Kharkiv regions). The dynamics of the distribution of oak trees by health condition classes were analysed. A relationship was identified between the health condition index of oak stands and the proportion of associated species in their composition. Older stands (over 120 years) were found to exhibit poorer health compared to younger stands (80–120 years). It was established that natural seed-origin oak stands in the region are more resilient than coppice stands. A low proportion of standing dead oak trees was recorded across mixed natural oak stands of all ages, indicating no evidence of oak stand degradation in the study area.

Key words: *Quercus robur* L., mensuration characteristics, health condition index, dead standing tree, tending felling, sanitary felling.

Дата надходження рукопису 21.07.2025

Дата прийняття до друку 22.10.2025

Дата публікації 29.12.2025

¹ Rumiantsev Maksym, PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: maxrum-89@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2245-2441>

² Kobets Oleksii, PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: alexei_kobec@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0712-8827>

³ Musiyenko Serhii, PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: musienkosergij_les@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6581-2670>

*Correspondence: maxrum-89@ukr.net

**ЛІСІВНИЧА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕЖИМІВ ВИРОЩУВАННЯ ШТУЧНИХ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ У ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ**О. М. Тарнопільська^{1*}, С. І. Мусієнко², В. А. Лук'янець³, О. В. Кобець⁴

Проведено аналіз таксаційних показників, стійкості та стану штучних соснових насаджень за 26-річний період на досліді з вивчення рубок догляду в умовах Північного Степу (на прикладі Ізюмського пристепоного бору). Виявлено, що в штучних соснових насадженнях можливо зменшити кількість рубок догляду, підвищивши їхню інтенсивність, за умови контролю густоти та стійкості насаджень на всіх етапах. Проведення проріджувань помірної (18 % за запасом) та високої (28–30 % за запасом) інтенсивності до густоти 1,6–1,2 тис. екз. га⁻¹ сприяло збільшенню середнього діаметра насаджень на 5–34 %, середньої висоти – на 6–11 % та підвищенню стійкості до фізичних впливів (зниження відносної висоти (H/D) до 96–101), суттєво не впливаючи на запас деревостанів. Проведення прохідної рубки помірної та високої інтенсивності (22–28 % за запасом) до густоти 1,0–0,7 тис. екз. на 1 га дало змогу збільшити середній діаметр на 33–42% та підвищити стійкість насаджень (зменшення H/D до 89–96), не призводячи до втрат загального запасу в довгостроковій перспективі.

Ключові слова: *Pinus sylvestris* L., інтенсивність рубок догляду, таксаційні показники, індекс стану, відносна висота (H/D).

Вступ. Рубки догляду за лісом – важливий лісівничий захід для формування господарсько цінних насаджень і покращення умов їхніх росту та розвитку. Впровадження й удосконалення інтенсивних технологій вирощування соснових культур сприяє прискоренню темпів росту дерев, що залишаються, та дає змогу підвищити продуктивність насаджень і якість деревини (Shinkarenko and Dziedzyulia, 1983; Ryabokon, 2010; Tarnopilska and Ilchenko, 2011; David *et al.*, 2018; Węgiel *et al.*, 2018; Linkevicius *et al.*, 2023; Tkach *et al.*, 2023; 2024), а також зменшити період вирощування технічно стиглої деревини на 10–30 років (Gizachew and Brunner, 2011; Moulinier *et al.*, 2015).

Попри значну кількість наукових досліджень, дотепер дискусійними залишаються питання оптимізації системи рубок догляду, особливо в середньовікових деревостанах. Нагальною є потреба у впровадженні диференційованих підходів до лісогосподарських заходів із урахуванням типів лісорослинних умов. Зокрема, спірним є питання інтенсивності зрідження насаджень і густоти деревостану після проведення рубок. Густиоту штучних соснових деревостанів регулюють шляхом проведення рубок догляду відповідної інтенсивності з певною повторюваністю зріджувань. Впливу зріджувань на ріст, продуктивність і стійкість насаджень присвячено численні вітчизняні та зарубіжні публікації (Savich *et al.*, 1978; Ryabokon, 1991; Tkachuk *et al.*, 2003; Mäkinen and Isomäki, 2004; Manoilo *et al.*, 2004; Manoylo, 2006; Nilsson *et al.*, 2010; Tarnopilska, 2014; 2015; Zhukovskyi, 2015;

¹ Тарнопільська Оксана Михайлівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. E-mail: tarnoks@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4810-8892>

² Мусієнко Сергій Іванович, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. E-mail: musienkosergij_les@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6581-2670>

³ Лук'янець Володимир Антонович, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. E-mail: lukyanetc52@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3427-4240>

⁴ Кобець Олексій Володимирович, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. E-mail: alexei_kobec@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0712-8827>

*Адреса для кореспонденції: tarnoks@ukr.net

Sendonin, 2015; Montero *et al.*, 2017, del Río *et al.*, 2017; Tarnopilska *et al.*, 2018; Ganbaatar *et al.*, 2021; Linkevičius *et al.*, 2023).

В умовах Ізюмського бору, де наявні дефіцит зволоження ґрунтів, регулярні посухи та недостатній уміст елементів живлення, значення рубок догляду набуває особливої важливості. У таких умовах найпершим завданням цих рубок є підвищення стійкості лісових насаджень (Savich *et al.*, 1978; Shinkarenko, 1990).

Сучасні тенденції рубок догляду базуються переважно на необхідності проведення інтенсивніших, проте менш частих зріджувань. Мало відомо про вплив інтенсивних зріджувань, особливо під час проведення проріджувань і прохідних рубок, на ріст, стійкість і продуктивність штучних сосняків Ізюмського бору. У зв'язку з частими запізненнями із проведенням рубок догляду та необхідністю збільшення інтенсивності зріджувань вимагають подальшого наукового обґрунтування питання, пов'язані з періодами їхньої повторюваності.

Мета досліджень – визначити вплив інтенсивності та повторюваності рубок догляду на ріст, продуктивність, стійкість і диференціацію штучних соснових насаджень в умовах Північного Степу України (на прикладі Ізюмського пристепового бору).

Матеріали й методи. Стаціонарний дослідний об'єкт закладено під керівництвом кандидата с.-г. наук І. Б. Шинкаренко в 1983 р. у Червонооскільському лісництві (кв. 66) Ізюмського лісгоспу (нині – Ізюмське надлісництво філії «Слобожанський лісовий офіс» ДП «Ліси України») у 31-річних культурах в умовах свіжого субору (В₂) на площі 0,81 га в трьох варіантах у триразовій повторності. Дослід закладено на двох варіантах іншого досліді – з дослідження прочищень, проведених у 17-річних культурах лінійно-селективним способом із суцільним вирубуванням дерев у кожному п'ятому або сьомому рядах і зріджуванням у залишених кулісах.

Рельєф ділянки досліді – середньоширокогорбкуватий. Ґрунти – дерново-борові залізисті, слабо- і середньорозвинені, у зниженнях – сильнорозвинені.

Площа кожної з п'яти дослідних секцій становить 0,04–0,06 га. Культури створено у 1952 р. на зрубі після суцільного корчування пнів і суцільної оранки за схемою розміщення садивних місць 1,5 × 0,67 м (початкова густота – 10 тис. екз. на 1 га). За культурами до 5-річного віку проводили догляди: ручний – у рядах і механізований – у міжряддях.

Загалом у насадженнях на досліді проведено одне прочищення в 17 років, одне проріджування в 31 рік і одну прохідну рубку в 50 років (табл. 1).

Таблиця 1

Інтенсивність рубок і природний відпад у штучних соснових насадженнях

Table 1

Intensity of cleaning and mortality of the pine stands

Показники Characteristics	Номери секцій Section numbers				
	1	9	5	2	6
Інтенсивність прочищення в 17 років за кількістю стовбурів, % Intensity of cleaning at 17 years old by stem numbers, %	75,0	74,1	73,2	70,4	72,2
Інтенсивність прочищення в 17 років за запасом, % Intensity of cleaning at 17 years old by volume, %	40,8	34,1	39,6	37,4	39,1
Інтенсивність проріджування в 31 рік за кількістю стовбурів, % Intensity of thinning at 31 years old by stem numbers, %	6,7	41,6	22,0	52,8	53,9
Інтенсивність проріджування в 31 рік за запасом, % Intensity of thinning at 31 years old by volume, %	1,6	18,2	7,6	27,5	30,2
Інтенсивність прохідної рубки в 50 років за кількістю стовбурів, % Intensity of thinning at 50 years old by stem numbers, %	–	19,1	26,2	43,9	37
Інтенсивність прохідної рубки в 50 років за запасом, % Intensity of thinning at 50 years old by volume, %	–	8,2	12,1	27,7	22,1

Продовження табл. 1

Table 1 (Continued)

Показники Characteristics	Номери секцій Section numbers				
	1	9	5	2	6
Природний відпад після проведення прохідної рубки за період 50–57 рр. Mortality after thinning for the period of 50–57 years					
Кількість дерев, екз.·га ⁻¹ Number of trees, stems·ha ⁻¹	250	0	134	22	0
Запас, м ³ ·га ⁻¹ Volume, m ³ ha ⁻¹	15,0	0,0	9,4	2,0	0,0
Запас, % від запасу деревостану Volume, % of stand volume	4,0	0,0	3,0	0,8	0,0

Першу рубку догляду – прочищення – проведено лінійно-селективним способом у 17-річних культурах: суцільне вирубування дерев у кожному п'ятому (секція 9) та сьомому рядах (секції 1, 2, 5, 6) і відсталих у рості дерев у чотири- та шестирядних кулісах. Інтенсивність рубок була високою та дуже високою: на секції 9 – за кількістю стовбурів – 59 %, за запасом – 30 %, на решті секцій – 67 % за кількістю стовбурів і 35 % за запасом. До проведення першої рубки догляду – прочищення – насадження мали густоту (N) 10 тис. екз.·га⁻¹, середню висоту (H) 4,7 м, середній діаметр (D) 4,0 см, запас (M) 59,1 м³·га⁻¹. Після зріджувань густота на секціях 1, 2, 5, 6 становила 3,6 тис. екз.·га⁻¹, запас – 38,2 м³·га⁻¹, на секції 9 – 3,9 тис. екз.·га⁻¹ та 42,2 м³·га⁻¹ відповідно. На всіх секціях дослідів середня висота насаджень становила 5,8 м, середній діаметр – 5,5 см.

Другу рубку догляду – проріджування – проведено в 31-річному віці. На секціях 1 і 5 інтенсивність проріджувань була низькою: 7–22 % за кількістю стовбурів та 1–8 % – за запасом. На секції 9 вона була помірною: 42 % – за кількістю стовбурів і 18 % – за запасом, на секціях 2 і 6 – високою: 53–54 і 28–30 % відповідно (Манойло, 2006). Після рубки густота деревостану за низької інтенсивності зріджування становила 2,2–2,5 тис. екз.·га⁻¹; за помірної – 1,5–1,6 тис. екз.·га⁻¹, за високої – 1,2 тис. екз.·га⁻¹ (табл. 2, рис. 1).

Третю рубку догляду – прохідну рубку – проведено в 50-річних насадженнях. На секціях 9 і 5 було застосовано рубку низької інтенсивності – 19 і 26 % за кількістю стовбурів та 8 і 12 % за запасом відповідно, на секції 6 – помірної інтенсивності – 37 % за кількістю стовбурів і 22 % за запасом, на секції 2 – високої інтенсивності – 44 % і 28 % відповідно (див. табл. 1). Після проведення прохідної рубки для подальшого росту залишили певну кількість дерев – від 1,4 до 0,7 тис. екз. на 1 га. На секції 1 із густотою деревостану близько 2,0 тис. екз.·га⁻¹ прохідну рубку не проводили, тому цю секцію взято за контроль.

Обліки в насадженнях проводили із визначенням категорій санітарного стану дерев (*Sanitary Forests Regulations in Ukraine*, 2016). Таксаційну характеристику деревостанів визначено за загальноживаними методиками лісівництва, лісознавства й лісової таксації (Hrom, 2010; Vilous *et al.*, 2020). Ступінь диференціації дерев у насадженнях оцінювали за класифікацією Крафта: I – винятково панівні дерева, які видаються над наметом деревних крон; II – панівні, головна частина деревного намету; III – співпанівні, які входять до загального намету, але є затіненими; IV – пригнічені, досягають намету деревних крон; V – цілком пригнічені, майже позбавлені гілок; ті, що відмирають (Pogrebnyak, 1968).

Під час аналізу отриманих даних визначали не лише таксаційні показники всього насадження, а й панівної частини деревостану, яка презентована деревами I і II класів росту за Крафтом. Стійкість деревостанів до пошкоджень вітром, ожеледдю й налипанням мокрого снігу оцінювали за значенням відносної висоти насаджень, яку розраховують як відношення середньої висоти H (см) до середнього діаметра D (см) – H/D . Граничне максимальне значення H/D панівних дерев насадження, яке свідчить про стійкість деревостанів до зазначених

чинників, становить за різними оцінками від 80 до 110 (Prien *et al.*, 1985; Shinkarenko, 1990; Manoylo, 2006).

Таблиця 2

Лісівничо-таксаційні показники штучних соснових насаджень до і після проведення прохідної рубки

Table 2

Mensuration characteristics of the pine stands before and after thinning

Номер секції Section number	Показники Characteristics											
	Густота, екз. га ⁻¹ / % Density, stems ha ⁻¹ / %	Середній діаметр, см* Average diameter, cm *	Середній діаметр, % Average diameter, %	Середня висота, м* Average height, m *	Сума площ поперечних перерізів, м ² ·га ⁻¹ / % Basal area, m ² ·ha ⁻¹ / %	Запас, м ³ ·га ⁻¹ / % Volume, m ³ ·ha ⁻¹ / %	Клас бонітету Quality class	Відносна повнота Relative density of stocking	Середній клас за Крафтом Average Kraft class	Середній індекс стану Average health condition index	Відносна висота (H/D) Relative height (H/D)	Поточний приріст за період 50–57 pp., м ³ ·га ⁻¹ ·рік ⁻¹ Current annual increment for 50–57 years, m ³ ·ha ⁻¹ ·year ⁻¹
50-річне насадження до проведення прохідної рубки 50-year-old stand before thinning												
1	2068/100	14,8 ^a	-	17,1 ^a	35,7/100	315/100	II	0,85	3	-	116	-
9	1546/75	17,6 ^b	-	18,7 ^b	37,5/105	354/112	I	0,86	2	-	106	-
5	1875/91	15,6 ^a	-	16,9 ^a	35,8/100	310/99	II	0,85	3	-	108	-
2	1295/63	18,1 ^{bc}	-	18,2 ^a	33,3/93	302/96	I	0,78	2	-	101	-
6	1027/50	19,8 ^c	-	19,0 ^b	31,7/89	298/95	I	0,75	2	-	96	-
50-річне насадження після проведення прохідної рубки 50-year-old stand after thinning												
1	2068/100	14,8 ^a	-	17,1 ^a	35,7	315/100	II	0,85	3	-	116	-
9	1250/60	18,7 ^b	-	19,2 ^b	34,1	325/103	I	0,78	2	-	103	-
5	1384/67	16,9 ^c	-	17,3 ^a	31,0	272/87	II	0,74	2	-	102	-
2	727/35	20,5 ^d	-	18,7 ^a	23,8	219/70	I	0,54	1	-	91	-
6	670/32	21,9 ^d	-	19,6 ^b	24,3	232/74	I	0,54	1	-	89	-
57-річне насадження, через 7 років після проведення прохідної рубки 57-year-old stand, 7 years after thinning												
1	1818/100	16,5 ^a	100	19,1 ^a	38,7/100	371/100	II	0,90	2	2	116	8,0
9	1250/69	19,6 ^b	119	19,2 ^a	37,7/97	357/96	II	0,90	2	2	98	4,6
5	1250/69	19,0 ^b	115	18,0 ^a	35,2/91	315/85	II	0,80	2	2	95	6,1
2	705/39	22,1 ^c	134	19,8 ^a	27,0/70	259/70	II	0,60	1	2	90	5,8
6	670/37	23,4 ^c	142	20,9 ^b	28,9/75	290/78	I	0,60	2	2	89	8,2

*Різні літери свідчать, що різниця між середніми показниками є статистично значущою, а однакові – що різниця є статистично незначущою.

*Different letters indicate that the difference between the means is statistically significant, while the same letters indicate that the difference between the means is not statistically significant.

Результати досліджень проаналізовано з використанням методів варіаційної статистики та графічного відображення й аналізу даних (Horoshko *et al.*, 2004). Статистичну обробку даних проведено за допомогою дисперсійного аналізу ANOVA з використанням критерію вірогідної різниці групових середніх Тьюкі (Honestly Significant Difference) для середніх діаметрів і Ман-Уїтні – для середніх висот деревостанів (Hammer *et al.*, 2001). Критичний рівень значущості під час перевірки статистичних гіпотез у дослідженні брали рівним 0,05.

Результати. Результати досліджень, отримані за 26-річний період спостережень, свідчать, що динаміка показників росту, продуктивності, стану та диференціації насаджень сосни на ділянках досліді значною мірою визначалися інтенсивністю та повторюваністю зрідження й густотою деревостану після рубки.

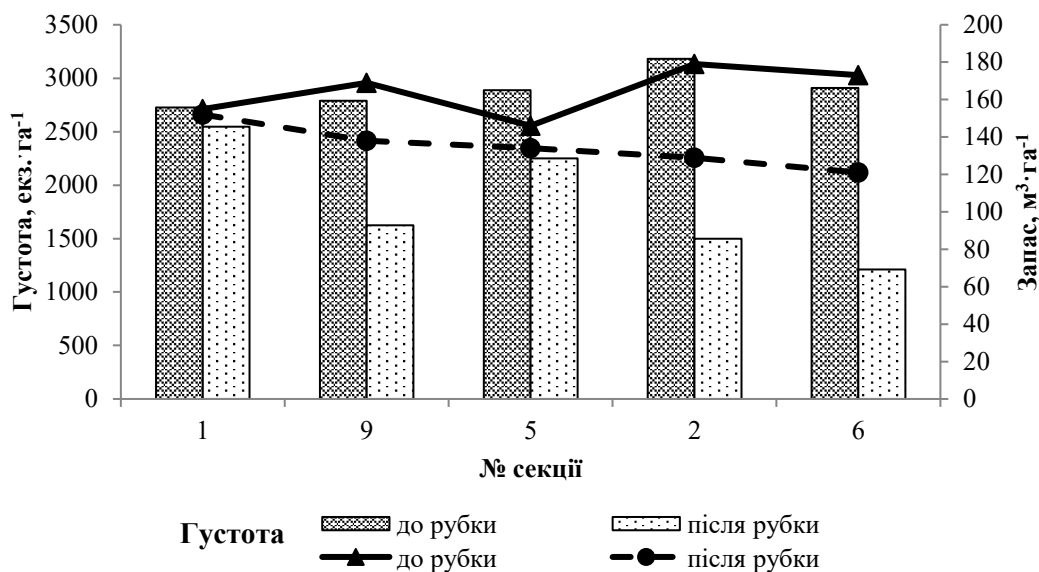


Рис. 1 – Динаміка густоти та запасу 31-річних соснових деревостанів у різних варіантах до і після проведення проріджувань

Fig. 1 – Density and volume dynamics for 31-year-old pine stands in different experimental treatments before and after the thinning

До проведення прохідної рубки у 50-річному віці (через 19 років після проведення проріджувань) у різних варіантах досліді в міру зменшення густоти деревостанів від 2 068 (секція 1) до 1 027 екз. га⁻¹ (секція 6) запаси (M) варіювали в діапазоні 354–298 м³·га⁻¹, середні діаметри (D) – від 14,8 до 19,8 см, середні висоти (H) – від 16,9 до 19,0 м, а суми площ поперечних перерізів (G) – в діапазоні 37,5–31,7 м²·га⁻¹ (рис. 2).

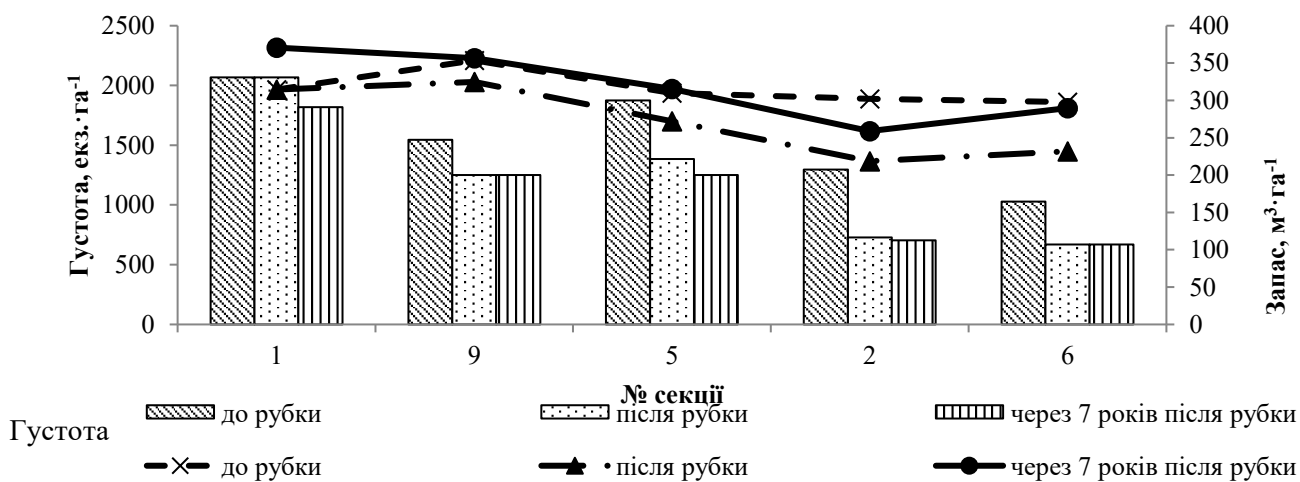


Рис. 2 – Динаміка густоти та запасу соснових деревостанів за варіантами до та після проведення прохідної рубки

Fig. 2 – Density and volume dynamics for pine stands in different experimental treatments before and after thinning

Результати досліджень, проведених у 57-річних насадженнях, свідчать, що діапазон густоти деревостанів у різних за режимами рубок догляду варіантах досліді становив 1 818–670 екз. га⁻¹, середній діаметр – 16,5–23,4 см, середня висота – 18,0–20,9 м, сума площ поперечного перерізу – 38,7–27,0 м²·га⁻¹, запас – 371–259 м³·га⁻¹, відносна повнота – 0,9–0,6, відносна висота (H/D) – 116–89. Насадження майже всіх секцій росли за II класом бонітету

та лише на секції 6 – за I. За санітарним станом деревостани на всіх секціях оцінено як ослаблені – 2. Поточний приріст за 7-річний період після проведення прохідної рубки варіював від 8,2 до 4,6 м³·га⁻¹·рік⁻¹ (див. табл. 2, рис. 2).

Упродовж зазначеного терміну в найгустіших насадженнях секцій 1 (контроль) і 5 відбувався доволі інтенсивний природний відпад, який становив за кількістю дерев 250 і 134 екз.·га⁻¹, за запасом – 15,0 і 9,4 м³·га⁻¹ відповідно. На варіанті із високою інтенсивністю зрідження (секція 2) всохло лише одне дерево (22 екз.·га⁻¹). На решті варіантів відпаду не відбувалося (див. табл. 1).

Кількість дерев панівної частини 57-річних насаджень (дерев I і II класів росту за Крафтом) у міру зменшення густоти деревостану варіює в діапазоні 512–301 екз.·га⁻¹, показники середнього діаметра – від 18,7 до 23,5 см, середньої висоти – від 19,5 до 20,9 м, суми площ поперечних перерізів – 25–30 м²·га⁻¹, запасу – в діапазоні 267–271 м³·га⁻¹ (табл. 3).

Таблиця 3

**Таксаційні показники панівної частини (I і II класів росту за Крафтом)
57-річних штучних соснових насаджень через 7 років після проведення прохідної рубки**

Table 3

**Mensuration characteristics of the dominant trees (I and II Kraft classes)
in 57-year-old pine stands 7 years after thinning**

Показники Characteristics	Номер секції Section number				
	1	9	5	2	6
Кількість дерев I–II класів росту за Крафтом, екз.·га ⁻¹ Number of trees of I–II Kraft classes, stems·ha ⁻¹	512	428	324	352	301
Середній діаметр, см* Average diameter, cm*	18,7 ^a	21,1 ^b	22,4 ^c	22,1 ^c	23,5 ^d
Середня висота, м* Average height, m*	19,5 ^a	19,5 ^a	19,5 ^a	19,8 ^a	20,9 ^a
Відносна висота Relative height (H/D) (H/D)	103	94	85	94	92
Запас, м ³ ·га ⁻¹ Volume, m ³ ·ha ⁻¹	267	290	231	259	271
Сума площ поперечного перерізу, м ² ·га ⁻¹ Basal area, m ² ·ha ⁻¹	28	30	25	27	27

*Різні літери свідчать, що різниця між середніми показниками є статистично значущою, а однакові – що різниця є статистично незначущою.

*Different letters indicate that the difference between the means is statistically significant, while the same letters indicate that the difference between the means is not statistically significant.

Обговорення. Під час аналізу результатів дослідження впливу рубок догляду важливо враховувати ефективність не лише проведення окремих рубок догляду, а їхньої системи, оскільки кожне зріджування різною мірою впливає на особливості росту й формування насаджень у майбутньому. Важливо зазначити, що прочищення, проведені у 17-річних насадженнях лінійно-селективним способом із суцільним видаленням дерев у кожному сьомому ряду та у кожному п'ятому ряду, однаковою мірою вплинули на показники росту, запас і формування насаджень на обох варіантах досліду: суттєвої різниці між ними через 14 років не було виявлено (Manoulo, 2006). Тому проріджування проводили в подібних за таксаційними показниками 31-річних насадженнях.

Зважаючи на те, що насадження сосни на дослідній ділянці від стадії молодняків до середньовікових вирощували в режимах різної густоти, важливими є результати обліків 50-річних культур до проведення прохідної рубки в різних варіантах досліду, тобто через 19 років після проведення проріджувань. Згідно з отриманими даними (див. табл. 2, рис. 1, 2) поступове збільшення інтенсивності проріджувань – від низької (секція 1) до дуже високої (секція 6) – різною мірою вплинуло на зменшення запасів і сум площ поперечного перерізу насаджень, проте їхні значення до 50-річного віку стали майже однаковими на всіх варіантах. Різниця між показниками запасу становила 1–16 %, а між показниками суми площ поперечного перерізу – 5–11 %, сягаючи максимального значення у варіанті з проведенням

проріджувань помірної інтенсивності з вилученням 18 % запасу деревостану (секція 9). Ці дані збігаються з результатами багаторічних досліджень Linkevičius *et al.* (2023), які зазначають, що інтенсивне зріджування в молодняках сосни сприяло збільшенню приросту за запасом. Найбільший приріст за запасом відбувався в густішому насадженні сосни на контрольній ділянці, що призвело до нагромадження тут найбільшого поточного запасу. Проте автори зауважують, що збільшення інтенсивності зріджування та ознаки стабілізації росту в контрольних насадженнях не можуть гарантувати їм збереження найвищої продуктивності та сумарного запасу в майбутньому.

У міру збільшення інтенсивності зрідження вірогідно на 5 % рівні значущості збільшилися середній діаметр і висота деревостанів. Відносна повнота насаджень досягла 0,8–0,9.

Так, через 19 років після проведення проріджувань густота деревостану на різних варіантах дослідів різнилася на 9–50 %. У зріджених різною мірою деревостанах, порівнюючи з контролем (секція 1), середній діаметр був вищим на 5–34 %, середня висота – на 6–11 %. Загалом ці висновки узгоджуються з результатами багатьох інших досліджень. Так, del Río *et al.* (2017) стверджують, що зріджування високої інтенсивності сприяє збільшенню середнього діаметра насаджень, хоча автори визнають, що частина цього збільшення зумовлена видаленням тонших дерев. Такий самий вплив зріджування на середній діаметр виявили Montero *et al.* (2017), Mäkinen and Isomäki (2004), Nilsson *et al.* (2010), Linkevičius *et al.* (2023) та інші. Існують і суперечливі результати щодо впливу зріджування на показник середньої висоти (Mäkinen and Isomäki, 2004). За даними цих авторів, вплив густоти насаджень на значення середньої висоти виявився незначним. Результати досліджень Linkevičius *et al.* (2023) показали, що незначне зменшення густоти насаджень сприяє збільшенню середньої висоти, але зріджування високої інтенсивності призводить до зниження середньої висоти сосни звичайної. Негативний вплив високої густоти на середню висоту насаджень також відзначають Burkhardt and Tomé (2012).

Вирощені у зрідженому стоянні штучні соснові деревостани не лише не поступалися густішим за стійкістю до фізичних навантажень, але й перевершували їх, про що свідчить значення відносної висоти (H/D). Так, на варіантах із низькою інтенсивністю проріджувань (секції 1, 5) відносна висота становила 116–108, що свідчить про загущеність деревостанів. На варіанті з помірною інтенсивністю зрідження (секція 9) показник H/D зменшився до 106, а на варіантах із високою інтенсивністю зрідження (секції 2, 6) – до 96–101. Подібні результати отримали І. Б. Шинкаренко і В. О. Манойло, досліджуючи інтенсивність проріджувань в Ізюмському бору (Shinkarenko, 1990; Manoylo, 2006).

У 50-річних насадженнях у цьому досліді, окрім секції 1, проведено прохідну рубку інтенсивністю від низької до високої. Оскільки експериментальну рубку проведено переважно низовим методом, інтенсивність зріджування за кількістю стовбурів була значно більшою, ніж за запасом (див. табл. 1). Відносна повнота насаджень після проведення рубки низької інтенсивності зменшилася на 0,1, а після помірної та високої – на 0,2. Найбільшим запасом характеризувався варіант зі низькою інтенсивністю рубок (секція 9). Перевершення зростало у міру збільшення інтенсивності рубок та зменшення густоти деревостанів на 3–33 %. Висоти та діаметри середніх дерев збільшилися у міру зростання інтенсивності рубок. Відносна висота насаджень на варіантах із низькою інтенсивністю рубок (секції 5, 9) зменшилася до 103–102, а з помірною та високою інтенсивністю – до близько 90 (див. табл. 2).

Наведені в таблиці 2 дані свідчать, що через сім років після проведення прохідної рубки наявний запас і сума площ поперечного перерізу 57-річних деревостанів на варіантах дослідів були меншими на 3–30 %, порівнюючи з контрольним варіантом (деревостан без рубок, секція 1). Зважаючи на те, що частка поточного приросту за запасом має тенденцію до зростання в міру збільшення інтенсивності зріджування та зменшення густоти деревостанів, різниця між показниками запасу нівелюватиметься (рис. 3). Це узгоджується

з результатами багаторічних досліджень, отриманими в досліді проф. Б. І. Гаврилова (Tkach *et al.*, 2024).

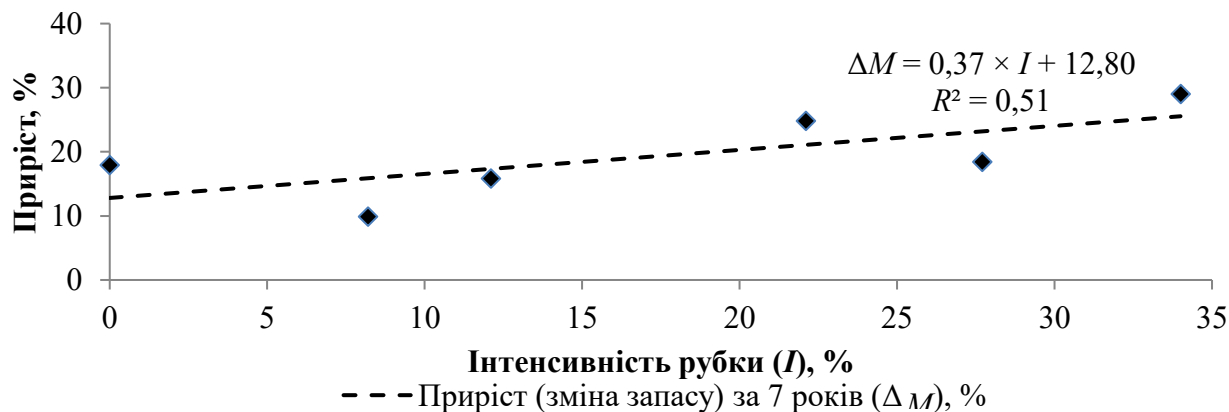


Рис. 3 – Приріст соснових насаджень за запасом через 7 років після проведення прохідної рубки залежно від її інтенсивності

Fig. 3 – Pine stand volume increment 7 years after thinning, depending on its intensity

Зростання інтенсивності зріджування призвело до збільшення середніх діаметра та висоти насаджень (рис. 4). Середні діаметри деревостанів закономірно та значуще збільшуються зі зменшенням густоти деревостану. При цьому різниця між середніми діаметрами на цих варіантах і на контролі становить 15–42 %.

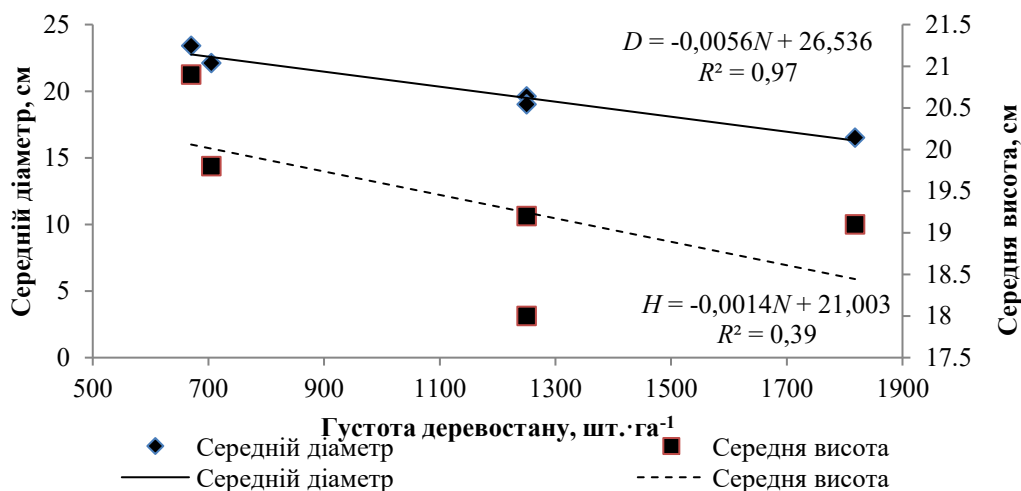


Рис. 4 – Зміна середніх висоти та діаметра 57-річних соснових насаджень залежно від густоти

Fig. 4 – Changes in average height and diameter of 57-year-old pine stands depending on the stand density

Показники середньої висоти деревостанів на варіантах дослідів в діапазоні густоти 1,8–1,3 тис. екз./га⁻¹ суттєво не різняться. Значуще більшою виявилася середня висота на варіанті з проведенням прохідної рубки помірної інтенсивності (секція 6) до густоти 0,7 тис. екз./га⁻¹, порівнюючи з іншими варіантами (див. табл. 2). Найвищим середнім діаметром характеризується також цей деревостан (секція 6), в якому було проведено прочищення дуже сивокої інтенсивності (39 %) у поєднанні з проріджуванням високої (30 %) та прохідною рубкою помірної інтенсивності (22 %).

Інтенсивніші рубки догляду посилюють стійкість насаджень до фізичних навантажень, що демонструє значення відносної висоти (H/D), яка зменшується зі зменшенням густоти деревостанів з 98 до 89 (див. табл. 2). На контролі (секція 1) із густотою деревостану 1,8 тис. екз./га⁻¹ цей показник перевищує критичне значення 110.

Протягом семи років після проведення прохідних рубок у найбільш густих до зрідження насадженнях – на контролі (секція 1) і на варіанті з низькою інтенсивністю рубок (секція 5) – відбувався значний природний відпад – 250 екз.·га⁻¹ (4 % за запасом) і 134 екз.·га⁻¹ (3 % за запасом) відповідно (див. табл. 1). Загалом санітарний стан насаджень на всіх варіантах був добрим (див. табл. 2)).

Результати аналізу панівної частини 57-річних насаджень свідчать, що зі збільшенням інтенсивності прохідної рубки та зменшенням густоти деревостанів частка дерев I і II класів росту за Крафтом збільшується від 52 до 100 %, за сумою площ поперечного перерізу – від 71 до 100 % і за запасом – від 72 до 100 % (рис. 5, 6). Навіть у найгустішому насадженні на площу поперечного перерізу і запас панівних дерев припадає більше половини відповідних показників усього насадження.

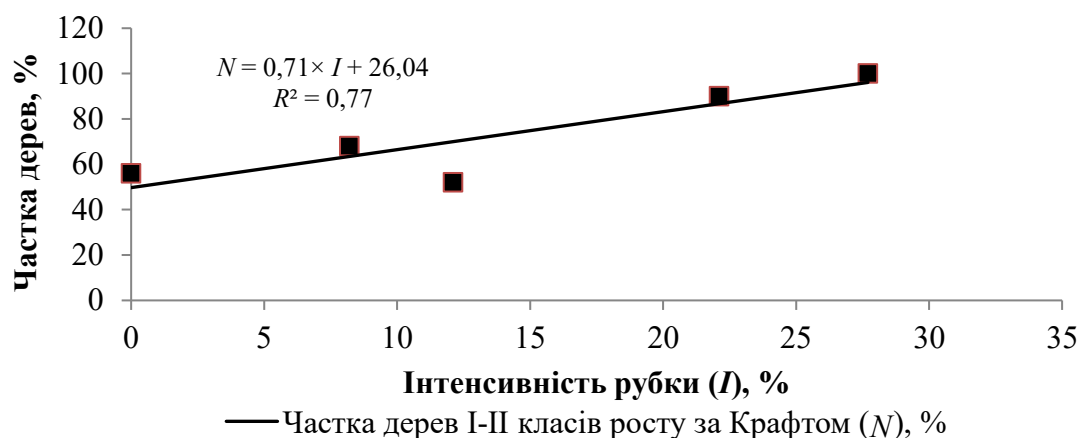


Рис. 5 – Частка кількості дерев панівної частини деревостану (I і II класів росту за Крафтом) (%) на 1 га через 7 років після проведення прохідної рубки залежно від інтенсивності зріджувань

Fig. 5 – The proportion of dominant trees (I and II Kraft classes) (%) per 1 ha 7 years after thinning, depending on thinning intensity

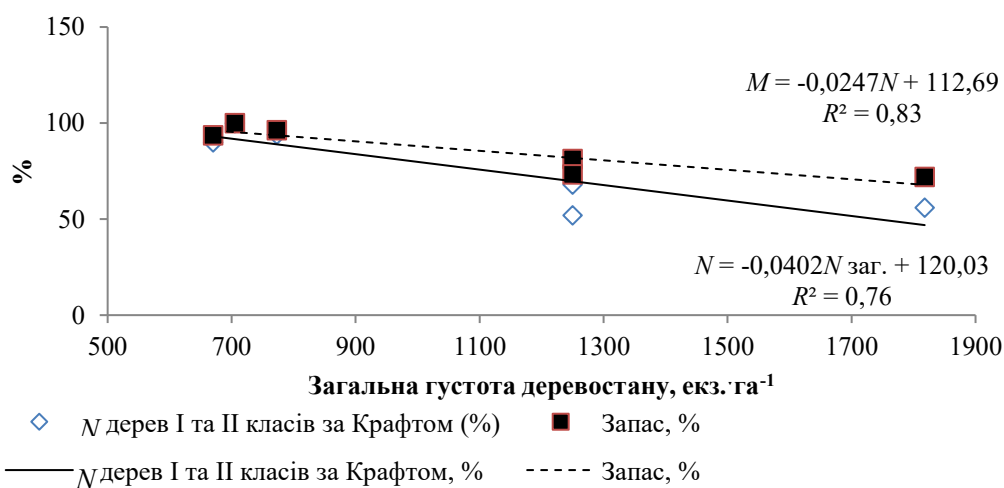


Рис. 6 – Частка кількості й запасу дерев панівної частини деревостану (I і II класів росту за Крафтом) залежно від густоти деревостану

Fig. 6 – The proportion of the number and volume of dominant trees in the stand (I and II Kraft classes) depending on the stand density

Висоти панівних дерев майже не різняться між собою, тоді як середні висоти всього деревостану мають чітку тенденцію до збільшення зі зменшенням густоти. Показник

середнього діаметра найкращих дерев зі збільшенням інтенсивності зріджування зростає від 113 % у найгустішому (секція 9) до 126 % у найбільш зрідженому деревостані (секція 6), як порівняти з контролем (секція 1).

Відносна висота (H/D) панівної частини зріджених деревостанів густотою 1,3–0,7 тис. екз.·га⁻¹ не перевищує значення 94, що демонструє високу стійкість панівних дерев до дії вітру, ожеледі та налипання мокрого снігу. На контролі (секція 1) із густотою 1,8 тис. екз.·га⁻¹ цей показник становить 103, що також є в межах норми, хоча свідчить про деяке погіршення стійкості до фізичних впливів, порівнюючи з іншими варіантами. Одержані дані свідчать, що в 57-річних насадженнях сосни зі збільшенням наявної густоти від 0,7 до 1,8 тис. екз.·га⁻¹ відбуваються погіршення росту та зменшення стійкості до фізичних впливів навіть найкращої частини деревостану.

Таким чином, результати тривалих досліджень на стаціонарних дослідних об'єктах дають змогу надати такі рекомендації щодо режимів вирощування штучних соснових деревостанів.

У Північному Степу в умовах свіжого субору у вузькорядних (ширина міжрядь – 2 м і менше) густих (близько 10 тис. екз.·га⁻¹) штучних насадженнях сосни за неможливості проведення освітлень можна проводити першу рубку – прочищення – у віці 13–17 років лінійно-селективним способом із видаленням кожного п'ятого або сьомого рядів і зріджуванням у залишених кулісах, залишаючи для подальшого росту близько 3,6 тис. дерев на га. Другу рубку – проріджування помірної або високої інтенсивності – варто проводити в 25–30 років, залишаючи 1,6–1,2 тис. дерев на га.

Першу прохідну рубку (переважно помірної інтенсивності) у таких насадженнях доцільно проводити в 50–55 років із залишенням для подальшого росту близько 0,7 тис. найкращих дерев на 1 га. Другу прохідну рубку слід проводити низької або помірної інтенсивності через 15–20 років із таким розрахунком, щоб густина насаджень становила 0,5–0,6 тис. дерев на га.

Висновки. У штучних соснових насадженнях Північного Степу можливо зменшити кількість рубок догляду, підвищивши їхню інтенсивність, за умови контролю густоти і стійкості насаджень на всіх етапах. Важливо враховувати густоту насаджень після проведення рубок догляду, щоб підтримувати оптимальну площу живлення дерев. Менш часті, проте інтенсивні рубки зменшують кількість механічних втручань, сприяють швидшому формуванню стійких і продуктивних деревостанів. Водночас інтенсивність рубок догляду має ґрунтуватися на фактичному стані насаджень, щоб уникнути надмірного зрідження та втрати їхньої стійкості до вітро- і сніговалів, вітро- і сніголамів та шкідників. Такий підхід створює сприятливі умови для індивідуального росту й розвитку залишених дерев і формування здорового та стійкого насадження. Проведення проріджувань помірної (18 % за запасом) та високої інтенсивності (28–30 % за запасом) до густоти 1,6–1,2 тис. екз.·га⁻¹ сприяло збільшенню середнього діаметра соснових насаджень на 5–34%, середньої висоти на 6–11 % та підвищенню стійкості до фізичних впливів (зниженню відносної висоти H/D до 96–101), суттєво не впливаючи на запас деревостанів. Проведення прохідної рубки помірної та високої інтенсивності (22–28 % запасом) до густоти близько 1,0–0,7 тис. екз. на 1 га дало змогу збільшити середній діаметр на 33–42% та підвищити стійкість насаджень (відносна висота H/D зменшилася до 89–96), не призводячи до втрат загального запасу в довгостроковій перспективі.

Результати досліджень слід використовувати під час формування нормативних документів з господарювання в штучних соснових лісах.

Джерела фінансування. Статтю підготовлено авторами в межах виконання тем УкрНДІЛГА, замовником яких було Державне агентство лісових ресурсів України (№ держреєстрації 0120U101888 та 0125U001779).

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Bilous, A.M., Kashpor, S.M. and Myroniuk V.V. (2020) *Forest Inventory Handbook*. Dnipro: Lira (in Ukrainian).

- Burkhardt, H.E. and Tomé, M. (2012) 'Quantifying Stand Density', in *Modeling Forest Trees and Stands*, Eds.; Springer: Dordrecht, pp. 175–200. https://doi.org/10.1007/978-90-481-3170-9_8
- David, H.C., Péllico Netto, S., Arce, J.E., Woycikiewicz, A.P.F., Araújo, E.J.G. and Miranda, R.O.V. (2018) 'Intensive management for optimizing the production of high-value logs of pine forests in southern Brazil', *Ciência Florestal*, 28(3), pp. 1303–1316. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509833352>
- del Río, M., Bravo-Oviedo, A., Pretzsch, H., Löf, M. and Ruíz-Peinado, R. (2017) 'A review of thinning effects on Scots pine stands: From growth and yield to new challenges under global change', *Forest Systems*, 26 (2), eR03S. <https://doi.org/10.5424/fs/2017262-11325>
- Ganbaatar, B., Jamsran, T., Gradel, A. and Sukhbaatar G. (2021) 'Assessment of the effects of thinnings in Scots pine plantations in Mongolia: a comparative analysis of tree growth and crown development based on dominant trees', *Forest Science and Technology*, 17 (3), pp. 135–143. <https://doi.org/10.1080/21580103.2021.1963326>
- Gizachew, B. and Brunner, A. (2011) 'Density-growth relationships in thinned and unthinned Norway spruce and Scots pine stands in Norway', *Scandinavian Journal of Forest Research*, 26 (6), pp. 543–554. <https://doi.org/10.1080/02827581.2011.611477>
- Hammer, O., Harper, D.A.T. and Ryan, P.D. (2001) 'PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis', *Palaeontologia Electronica*, 4, pp. 1–9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Horoshko, M.P., Miklush, S.I. and Khomyuk, P.G. (2004) *Biometrics*. Lviv: Kamula (in Ukrainian).
- Hrom, M.M. (2010) *Forest mensuration*. Lviv: RVV NLTU (in Ukrainian).
- Linkevičius, E., Šilinskas, B., Beniušienė, L., Aleinikovas, M. and Kliucius, A. (2023) 'The growing dynamic of pure Scots pine stands using different thinning regimes in Lithuania', *Forests*, 14, 1610. <https://doi.org/10.3390/f14081610>
- Mäkinen, H. and Isomäki, A. (2004) 'Thinning intensity and growth of Scots pine stands in Finland', *Forest Ecology and Management*, 201(2), pp. 311–325. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.07.016>
- Manoilo, V.O., Shynkarenko, I.B., Tarnopilska, O.M. and Lukyanets, V.A. (2004) 'The influence of different methods of clear-cutting on the condition and productivity of pine crops in the Northern Steppe', *Forestry and Forest Melioration*, 107, pp. 79–84 (in Ukrainian).
- Manoylo, V.O. (2006) *Pine forests of steppe-side of Leftbank Ukraine and optimization of their cultivation*. PhD thesis. Kharkiv: URIFFM (in Ukrainian).
- Montero, G., Cañellas, I., Ortega, C. and del Río, M. (2001) 'Results from a thinning experiment in a Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) natural regeneration stand in the Sistema Ibérico Mountain Range (Spain)', *Forest Ecology and Management*, 145, pp. 151–161.
- Moulinier, J., Brais, S., Harvey, B.D. and Koubaa, A. (2015) 'Response of boreal Jack pine (*Pinus banksiana* Lamb.) stands to a gradient of commercial thinning intensities, with and without N fertilization', *Forests*, 6(8), pp. 2678–2702. <https://doi.org/10.3390/f6082678>
- Nilsson, U., Agestam, E., Ekö, P.-M., Elfving, B., Fahlvik, N., Johansson, U., Karlsson, K., Lundmark, T. and Wallentin, C. (2010) 'Thinning of Scots pine and Norway spruce monocultures in Sweden', *Studia Forestalia Suecica*, 219. Swedish University of Agricultural Sciences: Umeå, Sweden. ISBN 978-91-86197-76-6.
- Pogrebnyak, P.S. (1968) *General forestry*. Moscow: Kolos (in Russian)
- Prien, S., Gartner, S., Wenk, G. and Otto, L. (1985) 'Dispositionen faktoren für Schneeschaden – Erkenntnisstand. Probleme Folgerungen', *Sozialistische Forstwirtschaft*, 5, pp.129–160 (in German).
- Ryabokon, A.P. (1991) 'Thirty years' experience of growing pine crops with different placement schemes', *Lesovedenie*, 5, pp. 3–13 (in Russian).
- Ryabokon, O.P. (2010) *Forest qualimetry*. Kharkiv: Nove slovo (in Ukrainian).
- Sanitary Forests Regulations in Ukraine*. (2016). Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No 756 dated 26 October 2016. Available at: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/555-95-%D0%BF> (Accessed 10 September 2025) (in Ukrainian).
- Savich, Yu.N., Ovsyankin, V.N. and Poluboyarinov, O.I. (1978) 'About growth, productivity and resilience of pine stands established at different planting density', *Scientific Works of UkrSKHA*, 213, pp. 27–38 (in Ukrainian).
- Sendonin, S.E. (2015) 'Application of different methods and intermediate cuttings intensities and their influence on the pine stands formation', *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 219, pp. 98–103 (in Ukrainian).
- Shinkarenko, I.B. (1990) 'The productivity of artificial pine forests in connection with tending felling and the prerequisites for their instability to wind and snow', *Forestry and Forest Melioration*, 80, pp. 53–58 (in Russian).
- Shinkarenko, I.B. and Dziedzyulia, A.A. (1983) *Optimisation of density regimes in targeted pine cultivation*. Review information. Forestry and Forest Science. Moscow: TsBNTI leskhov (in Russian).
- Tarnopilska, O.M. (2014) 'Dynamics of indexes and relative productivity of crowns of artificial Scots pine stands in different density regimes in Steppe zone', *Forestry and Forest Melioration*, 125, pp. 53–63 (in Ukrainian).
- Tarnopilska O.M. (2015). The effect of different tending felling regimes on growth, productivity and merchantable structure of artificial pine stands in Izyum pine forest', *Scientific Bulletin of UNFU*, 25(5), pp. 100–106 (in Ukrainian).

- Tarnopilska, O.M., and Ilchenko, S.V. (2011) 'Influence of commercial thinning on growth, productivity and commercial value of pine plantations', *Forestry and Forest Melioration*, 118, pp. 105–110 (in Ukrainian).
- Tarnopilska O., Musienko S., Lyalin O., Tkach L. and Babenko V. (2018) 'The effect of alternative thinning regimes on growth and stability of Scots pine plantations in Southern forest-steppe in Ukraine', *Forestry Ideas*, 1(55), pp. 51–72.
- Tkach, V.P., Tarnopilska, O.M., Ilchenko, S.V., Tarnopilskyi, P.B., Kobets, O.V., Lukyanets, V.A. and Rumiantsev, M.H. (2023) 'The impact of growing regimes for planted scots pine stands on the quality characteristics of the tree trunk phytomass components in the left-bank part of the Northern Steppe of Ukraine', *Forestry and Forest Melioration*, 142, pp. 35–46 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.143.2023.30>
- Tkach, V., Tarnopilska, O., Luk'yanets, V., Musienko, S., Kobets, O., Rumiantsev, M. and Bondarenko, V. (2024) 'Density optimisation of pine plantations in the Left-Bank Steppe in Ukraine', *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*, 66(2), pp. 104–117. <https://doi.org/10.2478/ffp-2024-0009>
- Tkachuk, V.I., Havrylenko, A.P. and Tarnopilskyi, P.B. (2003) 'Targeted cultivation of Scots pine forest plantations in Polissia', *Proceedings of the Forest Academy of Sciences of Ukraine*, 2, pp. 58–51 (in Ukrainian).
- Węgiel, A., Bembenek, M., Łacka, A. and Mederski, P. (2018) 'Relationship between stand density and value of timber assortments: a case study for Scots pine stands in north-western Poland', *New Zealand Journal of Forestry Science*, 48, 12. DOI: 10.5902/1980509833352
- Zhukovskiy, O.V. (2015) 'The growth and performance of experimental Scots pine plantations with different density' *Scientific Bulletin of UNFU*, 25(10), pp. 109–113. <https://doi.org/10.15421/40251016>

SILVICULTURAL EFFICIENCY OF CULTIVATION REGIMES FOR ARTIFICIAL PINE STANDS IN THE NORTHERN STEPPE OF UKRAINE

Tarnopilska O. M.^{1*}, Musienko S. I.², Lukyanets V. A.³, Kobets O. V.⁴

An analysis of mensuration characteristics, stand resilience, and condition of planted pine stands over a 26-year period was conducted in a thinning experiment in the Northern Steppe of Ukraine, using the Izyum steppe forest as a case study. The results demonstrate that, in artificial pine stands, the number of thinning operations can be reduced by increasing thinning intensity, provided that stand density and resilience are carefully monitored throughout all development stages. Moderate thinning (18% of stand volume) and heavy thinning (28–30% of stand volume), reducing stand density to 1,600–1,200 stems·ha⁻¹, resulted in increases in mean stand diameter by 5–34% and mean height by 6–11%, and enhanced resistance to physical stress, as indicated by a reduction in the relative slenderness ratio (H/D) to 96–101, without a significant decrease in total stand volume. Moderate and heavy thinning (22–28 % of stand volume), reducing stand density to approximately 1,000–700 stems·ha⁻¹, led to an increase in mean diameter by 33–42% as well as the stand resilience (H/D reduced to 89–96), while maintaining total stand volume over the long term.

Key words: *Pinus sylvestris* L., stand tending felling intensity, stand mensuration characteristics, health condition index, relative slenderness ratio.

Дата надходження рукопису 06.10.2025

Дата прийняття до друку 05.11.2025

Дата публікації 29.12.2025

¹ Tarnopilska Oksana, PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: tarnoks@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4810-8892>

² Musienko Serhiy, PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: musienkosergij_les@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6581-2670>

³ Lukyanets Volodymyr, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: lukyanetc52@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3427-4240>

⁴ Kobets O. V., PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: alexei_kobec@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0712-8827>

* Correspondence: tarnoks@ukr.net

**МОНІТОРИНГ СТАНУ ПОХІДНИХ ЯЛИНОВИХ НАСАДЖЕНЬ
У НАЦІОНАЛЬНОМУ ПРИРОДНОМУ ПАРКУ «ЗАЧАРОВАНИЙ КРАЙ»**І. Ф. Шишканинець^{1*}

Національні природні парки є тими установами природно-заповідного фонду, на території яких здійснюють системні дослідження стану природних комплексів, екосистем і клімату. Дослідження стану похідних ялинових насаджень на території Національного природного парку «Зачарований край» розпочалися у 2020 р. на дев'яти постійних пробних площах. У результаті досліджень виявлено тенденцію до істотного погіршення санітарного стану похідних ялинових насаджень. Зокрема, у 2020 р. середня частка сухостійних дерев ялини на пробних площах становила 63,5 %, у 2025 р. – 97,0 %. На місці чистих ялинових насаджень відбувається сукцесія за участю порід-піонерів (берези, горобини та інших) та підросту ялини. На місці похідних ялинових насаджень із часткою бука у складі материнського деревостану 2–3 одиниці з'являються рідини з участю бука й сукцесія за участю порід піонерів (берези, горобини та інших) та підросту ялини. За участі у складі материнського деревостану шести одиниць і більше бука сукцесійні зміни не відбуваються.

Ключові слова: санітарний стан, індекс санітарного стану, сухостійні дерева, сукцесія, підріст.

Вступ. Проблема всихання ялинових (*Picea abies* (L.) Н. Karst.) насаджень у межах Українських Карпат є доволі актуальною, про що свідчить значна кількість публікацій (Slobodiy, 2012; Parpan *et al.* 2014; Shparyk, 2017; 2019b; Lavnyy and Pelyukh, 2019; Oliinyk and Zeinalian, 2020; Kramarets, 2021). Водночас зазначено, що всихають не лише похідні ялинові насадження, а й корінні (Shparyk, 2019b). Від всихання ялиників лісогосподарські підприємства Українських Карпат зазнають значних втрат (Shparyk, 2017).

Стан похідних ялинових насаджень на території Українських Карпат є менш дослідженим. Визначено, що площа похідних ялинових насаджень на території Українських Карпат перевищує 200 тис. га (Parpan *et al.* 2014, Kramarets, 2021). Перманентне відмирання ялиників в Українських Карпатах розпочалося в 90-х роках ХХ ст. та триває до цього часу (Kramarets, 2021). Зокрема, у лісах гірської частини Львівського ОУЛМГ починаючи з 1993 р. площа всихання збільшилася до 9,1 тис. га·рік⁻¹, а після 2005 р. перевищувала 22 тис. га·рік⁻¹. Від 2015 р. площі всихання почали зменшуватися, що, очевидно, стало наслідком проведення широкомасштабних рубок, насамперед у лісостанах ялини середнього та старшого віків, особливо уразливих до коренових гнилей та комах камбіо-ксилофагів. Виявлено, що у міру збільшення віку похідних ялиників ($r = 0,98$) зменшується площа насаджень, у яких всихання відсутнє, та збільшується площа насаджень сильного ступеня пошкодження ($r = 0,96$) (Kramarets, 2021). Особливо інтенсивне погіршення санітарного стану відбувається в насадженнях зі складом 9–10 одиниць ялини та в низькоповнотних деревостанах.

За результатами комплексного дослідження похідних ялиників Українських Карпат визначено, що масове відмирання цих насаджень є наслідком взаємодії трьох груп чинників: 1) навколишнього середовища; 2) агресивних патогенів і комах-фітофагів; 3) наявності ослаблених насаджень, у яких створюються передумови для інтенсивного поширення патогенів і комах-фітофагів (Kramarets, 2021). У наступні 20 років інтенсивне всихання ялиників Українських Карпат очікується в лісовому фонді всіх підприємств (Shparyk, 2019b). Зокрема, втрати ялинової деревини в смерекових типах лісу становитимуть 48–95 %, у букових типах лісу – 77–97 % (середні втрати – 92 %), в ялицевих – 71–89 % (середні втрати – 80 %).

Виходячи з означеного вище, можна констатувати: проблема всихання ялиників в умовах Карпат є очевидною. У Національному природному парку (НПП) «Зачарований край» площа похідних ялиників становить 380,2 га (6,6 % території, яка зайнята лісовими

¹ Шишканинець Іван Федорович, кандидат сільськогосподарських наук, Національний природний парк «Зачарований край», вул. Партизанська, с. Ільниця, 90130, Закарпатська обл., Україна. E-mail: schif@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2363-3539>

*Адреса для кореспонденції: schif@ukr.net

землями). Всихання похідних ялинових насаджень на території НПП почалося з 2010 р.: у Проекті організації території (2014 р.) похідні середньовікові (50–70 років) ялинові насадження здебільшого були сильно ослабленими (55,0 %). Вже у 2020 р. на території НПП розпочалися дослідження стану похідних ялинових насаджень, для чого закладено дев'ять постійних пробних площ (ППП) (Shyshkanynets *et al.*, 2021b). Було встановлено, що вік кількісної стиглості похідних ялинових насаджень настає у 50–55 років, тобто на п'ять років раніше, ніж за результатами досліджень у 80-х роках ХХ ст. (Bigun, 1990). Водночас у нормативних документах вік стиглості похідних ялинових насаджень (інша категорія лісів) настає у 61–70 років. Отже, з огляду на тенденції зміни стану похідних ялинових насаджень в умовах Українських Карпат загалом, особливо актуальним це питання є для лісів природо-заповідного фонду. Зважаючи на завдання, які стоять перед відповідними установами (здійснення системних спостережень (моніторинг) за станом і динамікою природних комплексів та об'єктів, екосистем і клімату), системні дослідження стану похідних ялинових насаджень у НПП «Зачарований край» проводять на постійній основі.

Мета досліджень – виявити тенденції змін санітарного стану похідних ялинових насаджень у букових типах лісу у НПП «Зачарований край».

Матеріали й методи. Повторні дослідження проведено у 2025 р. на ППП, закладених у 2020 р. Детальніше з об'єктами та методикою досліджень на відповідних ділянках можна ознайомитися у публікації авторів (Shyshkanynets *et al.*, 2021b). У 2025 р. повторні дослідження проведено на шести пробних площах: 2Я, 4Я, 5Я, 6Я, 7Я, 8Я. На пробних площах 1Я, 3Я та 9Я дослідження не проводили, оскільки деревостани є ідентичними деревостану на ППП 2Я.

Результати. За результатами досліджень на відповідних ППП виявлено тенденцію до істотного погіршення санітарного стану похідних ялинових насаджень (табл. 1).

Таблиця 1

Лісівничо-таксаційна характеристика насаджень за матеріалами лісовпорядкування (2011 р.) та результатами досліджень на ППП (2020, 2025 рр.)

Table 1

Silvicultural and mensuration characteristics of spruce plantations based on forest management data (2011) and research results at permanent sample plots (2020, 2025)

№ ППП Permanent sample plot	Рік спосте- реження Year of observa- tion	Склад насадження Stand composition	Вік, років Age, years	$D_{сер., см}$ $D_{avg, cm}$		$H_{сер., м}$ $H_{avg, m}$		Пов- нота Density of stocking	$З\text{апас\,деревини, м}^3\cdot\text{га}^{-1}$ Stock, $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$		
				Бкл be- ech	Яле spru- ce	Бкл beech	Яле spru- ce		сиро- рослої growing	сухо- стій- ної dead	разом total
1Я	2011	10Яле	58	—	26	—	24	0,7	440	30	470
	2020	9Яле1Бкл	68	15	33	15	24	0,5	278	27	305
2Я	2011	10Яле+Бкл	55	—	24	—	24	0,8	500	20	520
	2020	10Яле+Бкл	65	14	39	14	28	0,3	245	324	569
	2025	10Бкл	70	18	—	18	—	0,0	7	506	513
3Я	2011	10Яле+Бкл	55	—	24	—	24	0,8	500	20	520
	2020	9Яле1Бкл	65	12	35	12	25	0,2	140	380	520
4Я	2011	8Яле2Бкл+Яв	52	24	28	24	25	0,8	480	20	500
	2020	7Бкл3Яле	62	20	36	24	29	0,75	374	136	510
	2025	9Бкл1Яле	67	20	42	24	32	0,65	291	167	458
5Я	2011	6Яле1Яв2Бп1Бкл+Ос	26	12	12	12	12	0,7	150	0	150
	2020	4Яле5Бп1Бкл+Яв	36	12	18	14	19	0,8	289	48	337
	2025	4Яле3Бп1Бкл1Яв1Вб	41	13	19	15	20	0,9	325	17	342
6Я	2011	8Яле2Бкл+Яв	52	24	28	24	25	0,7	430	20	450
	2020	6Бкл4Яле	62	22	38	26	28	0,7	411	134	545
	2025	9Бкл1Яв+Яле	67	24	42	26	31	0,6	329	202	531

Продовження табл. 1

Table 1 (Continued)

№ ППП Perma- nent sample plot	Рік спосте- реження Year of observ- ation	Склад насадження Stand composition	Вік, років Age, years	$D_{\text{сер.}}, \text{ см}$ $D_{\text{avg}}, \text{ cm}$		$H_{\text{сер.}}, \text{ м}$ $H_{\text{avg}}, \text{ m}$		Пов- нота Density of stocking	Запас деревини, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ Stock, $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$		
				Бкл be- ech	Яле spru ce	Бкл be- ch	Яле spru ce		сиро- рослої growin g	сухо- стій ної dead	разом total
7Я	2011	8Яле2Бкл+Яв	57	18	26	18	24	0,8	410	15	425
	2020	7Яле3Бкл	67	16	34	21	26	0,6	329	161	490
	2025	10Бкл	72	17	–	21	–	0,3	112	193	305
8Я	2011	8Бкл2Яле+Яв	40	18	22	17	19	0,8	250	0	250
	2020	8Яле2Бкл	50	18	35	22	25	0,4	250	213	463
	2025	10Бкл	55	21	–	22	–	0,2	64	272	336
9Я	2011	10Яле	58	–	26	–	23	0,6	360	10	370
	2020	10Яле	68	–	37	–	28	0,3	212	281	493

Примітка. «–» – відсутність життєздатних дерев.

Note. “–” – absence of living trees.

У 2020 р. середня частка сухостійних дерев ялини (від загальної кількості дерев ялини) на пробних площах становила 63,5 %, у 2025 р. – 85,8 %. Водночас частка сухостійних дерев ялини без урахування стану ялини на ППП 5Я становила 97,0 %. Так, на ППП 2Я та 8Я (табл. 2) всі дерева ялини були сухостійними (індекс санітарного стану ялини (I_c) – 6,0), а на ППП 4Я, 6Я, 7Я життєздатні дерева ялини траплялися поодинокі (I_c – 5,7–5,9). Середній вік ялини на відповідних пробних площах становив 55–72 років (див. табл. 1). Частка зламаних (висота відземка – 1,3 м і більша) сухостійних стовбурів на деяких пробних площах у 2025 р. становила 35–45 %, що свідчить про деградацію відповідного деревостану.

Таблиця 2

Показники стану похідних ялинових деревостанів НПП «Зачарований край»

Table 2

Characteristics of the secondary Norway spruce stand ondition in Zacharovanyi Krai NNP

№ ППП Perma- nent sample plot	N , екз. N , trees			Індекс класу Крафта Kraft class index		Індекс стану Health condition index		Індекс дефоліації Defoliation index		Переважні пошкодження ялини, дерев Prevailing damage to spruce, trees		
	загаль- на total	Яле spruce		Загальн ий total	Яле spru ce	Загальн ий total	Яле spru ce	загаль- ний total	Яле spruc e	ко- роїд bark beetle	витік живиці resin exudatio n	механічн і пошко- дження mecha- nical damage
		жива live	сухос- тійна dead									
1Я	47	33	8	3,6	3,3	3,7	4,2	58,1	72,9	8	10	8
2Я	65	15	47	4,4	4,4	5,2	5,4	88,8	92,1	47	4	2
	63	–	60	4,9	5,0	5,8	6,0	96,6	100,0	60	0	0
3Я	83	11	62	4,7	4,7	5,2	5,6	86,1	94,7	62	0	5
4Я	92	9	21	3,7	4,1	3,4	5,3	46,5	91,3	21	3	0
	82	2	23	3,7	4,7	3,0	5,7	36,8	96,0	23	2	0
5Я	143	44	54	3,5	4,4	3,7	4,6	59,4	78,5	54	1	10
	100	39	17	3,5	4,2	2,5	3,2	39,1	59,9	17	0	8
6Я	78	10	16	3,7	4,0	3,1	5,0	43,8	85,4	16	1	2
	71	1	22	3,7	4,8	3,0	5,8	39,2	97,2	21	0	0
7Я	111	19	38	3,8	4,0	3,8	5,1	55,9	87,7	31	3	4
	90	1	30	4,1	5,0	3,8	5,9	55,2	97,1	30	0	0
8Я	72	17	39	4,2	4,3	4,4	5,1	71,9	86,7	39	0	12
	54	0	38	4,5	5,0	4,8	6,0	74,4	100,0	38	0	0
9Я	44	14	30	4,0	4,0	4,9	4,9	85,0	85,0	30	1	4

На ППП 5Я санітарний стан деревостану був найкращим (Іс ялини – 3,2), може бути пов'язано з віком насадження (41 рік). Порівнюючи з 2020 р., на відповідній ділянці санітарний стан покращився (див. табл. 2): значна кількість дерев ялини старого сухостою протягом 5-річного періоду деградувала, їх не було взято до обліку.

У результаті всихання похідних ялиників відбулися такі зміни: на ділянках зі складом деревостану у 2020 р. 10Ялє (ППП 2Я, 9Я) ялинові насадження загинули; на ділянках зі складом материнського деревостану у 2020 р. 7–8 Ялє (ППП 7Я, 8Я) утворилися рідини з участю бука лісового (повнота 0,3 й 0,2 відповідно); на ділянках зі складом материнського деревостану у 2020 р. 3–4 Ялє (ППП 4Я, 6Я) деревостан змінився на буковий із домішкою явора (*Acer pseudoplatanus*), що є характерним для букового типу лісу (див. табл. 1).

На час обліку 2025 р. дерева ялини старого сухостою вже деградували до стану ламані під впливом абіотичних і біотичних факторів, що спричинило захаращеність ділянок (рис. 1).



Рис. 1 – Фрагмент всохлого похідного ялинового насадження на ППП 2Я, 2020 р. (ліворуч) та 2025 р. (праворуч)

Fig.1 – Fragment of a dead secondary spruce stand on permanent sample plot 2Я, 2020 (left) and 2025 (right)

У 2021 р. на відповідних ділянках обліковано значну кількість самосіву й підросту (Shyshkanynets *et al.*, 2021a). Найбільшу сумарну кількість самосіву й підросту ялини зареєстровано під наметом похідних ялинових деревостанів (ППП 2Я та 9Я) за повноти 0,3 та участі ялини в складі 10 одиниць – 130 та 107 тис. екз. га⁻¹ відповідно. На ділянках із участю ялини в складі материнського деревостану 7–9 одиниць (ППП 1Я, 3Я, 7Я, 8Я) сумарна кількість самосіву й підросту ялини становила 20–64,4 екз. га⁻¹. Самосів і підріст ялини були відсутні на ППП 4Я та 5Я, що пов'язане в першому випадку зі складом материнського деревостану, а в другому – віком.

Результати обліку природного поновлення свідчать про те, що на ділянках після всихання ялини формується підріст із переважанням ялини у складі. Частка інших деревних видів у складі материнського деревостану була незначною. Серед порід-піонерів на пробних площах обліковано горобину, березу та бузину.

Обговорення. Всихання похідних ялинових насаджень на території НПП є явищем, яке спричинює значну захаращеність території. Для поліпшення санітарного стану лісів передбачено санітарні рубки. На території НПП протягом 2014–2023 рр. вибіркові санітарні

рубки проведено на площі 67,5 га, що становить 20,1 % від обсягів, передбачених Проектом організації території (2014 р.) (Shyshkanynets, 2024).

За матеріалами лісовпорядкування 2021 р. в НПП «Зачарований край» заплановано лише вибіркові санітарні рубки (267,5 га). Однак, за нашими дослідженнями, частка сухостійних дерев ялини у 2020 р. становила 63,5 %. Проведення у досліджених деревостанах (участь ялини у складі – 7–10 одиниць) вибіркового санітарного рубок призвело б до зниження повноти нижче за визначену – відповідно до Санітарних правил в лісах України (0,4) (*Sanitary Forests Regulations in Ukraine*, 2016). Водночас у цих деревостанах доцільно було б провести суцільні санітарні рубки, як це підтверджено дослідженнями 2025 р.: санітарний стан ялини погіршився, а індекс збільшився від 4,2–5,4 у 2020 р. до 5,7–6,0 у 2025 р. (див. табл. 2).

У насадженнях із участю ялини у складі 6 одиниць і більшою було доцільним провести вибіркові санітарні рубки у 2020 р. (ППП 4Я-6Я): проведення відповідного заходу не призвело до зниження повноти нижче за визначену (0,4). Водночас на ППП 4Я та 6Я санітарний стан дерев ялини погіршився (Іс збільшився від 5,0–5,3 у 2020 р. до 5,7–5,8 у 2025 р.). Щодо ППП 5Я, то стан ялини покращився (Іс зменшився від 4,6 у 2020 р. до 3,2 у 2025 р.). Відповідна тенденція пов'язана з віком насадження (41 рік) і процесами, які притаманні формуванню відповідного деревостану: у 2020 р. значна кількість сухостійних дерев ялини була природним відпадом. Відповідні дерева під впливом природних факторів загинули, і до обліку в 2025 р. їх не брали.

Актуально відслідковувати тенденції, які відбуваються у насадженнях природним шляхом (без проведення санітарних рубок). Однак на таких ділянках підвищується захаращеність, що збільшує пожежну небезпеку. Вчасне проведення санітарних рубок могло би зменшити таку потенційну небезпеку та додати до бюджету установи значну кількість коштів.

Щодо деградації похідних ялиників в Українських Карпатах, то екологічні наслідки всихання можуть бути як позитивними (збільшення фіторізноманіття, поступове формування стійких мішаних деревостанів на місці похідних, за відсутності санітарних рубок – збільшення запасів депонованого вуглецю), так і негативними (зменшення запасів депонованого вуглецю у разі здійснення санітарних рубок, зменшення обсягів продукування кисню) (Shparyk, 2019a). Виходячи з відповідних екологічних наслідків та відсутності значної кількості санітарних рубок на території НПП, похідні ялинові насадження можна вважати ділянками для депо вуглецю на території НПП.

Зважаючи на те, що на території НПП «Зачарований край» переважна більшість похідних ялинових насаджень (63,1 %) мають шостий клас віку (Shyshkanynets *et al.*, 2021b), можна зробити висновок про їхнє всихання за елементом лісу. Під наметом всохлого материнського похідного насадження обліковано значну кількість підросту різного видового складу. На місці чистих похідних ялинових насаджень наявна сукцесія з участю підросту ялини й порід-піонерів (берези, горобини тощо). На місці похідних ялинових насаджень із часткою бука в складі материнського деревостану 2–3 одиниці утворюються рідини з участю бука (ППП 7Я, 8Я) та підріст ялини і порід-піонерів. За участі у складі материнського деревостану 6 одиниць бука і більше (ППП 4Я, 6Я) залишився чистий буковий деревостан.

Процеси, які відбуватимуться на ділянках похідних ялинових насаджень, є об'єктом подальших досліджень в НПП «Зачарований край». Наразі одержані дані свідчать, що чисті похідні ялинові насадження у віці стиглості потребують проведення суцільних санітарних рубок за станом. Після проведення таких рубок доцільно створювати деревостани з участю ялини у складі не більше ніж 4 одиниці.

Висновки. Частка сухостійних дерев ялини (від загальної кількості дерев ялини) збільшилася від 63,5 % у 2020 р. до 97,0 % у 2025 р. Похідні ялинові насадження у віці стиглості (60–70 років) масово всихають і деградують під впливом абіотичних і біотичних чинників. На місці чистих ялинових насаджень відбувається сукцесія за участі порід-піонерів

(берези, горобини та інших) та підросту ялини. На місці похідних ялинових насаджень із часткою бука у складі материнського деревостану 2–3 одиниці з’являються рідини бука та сукцесія з участю порід-піонерів (берези, горобини та інших) і підросту ялини. На ділянках із участю 6 одиниць і більше бука у складі материнського деревостану сукцесійні зміни не відбуваються.

Подяки. Автор статті висловлює подяку колегам за допомогу в проведенні польових дослідженнях та рецензентам за змістовні зауваження.

Джерела фінансування. Статтю підготовлено відповідно до плану діяльності, погоджено на засіданні науково-технічної ради НПП «Зачарований край». Водночас дослідження не отримало жодного гранту від жодної фінансової установи в державному, комерційному або некомерційному секторах.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Bigun, N.Y. (1990) *Spruce forests of the beech zone of the Carpathians*. Uzhgorod: Karpaty (in Russian).
- Kramarets, V.O. (2021) *Spruce forest stands of the Ukrainian Carpathians: current conditions and increase of biotic stability*. Extended abstract of Doctor dissertation. Lviv (in Ukrainian).
- Lavnyy, V. and Pelyukh, O. (2019) ‘Distribution and analysis of the state of secondary spruce stands in the Ukrainian Carpathians’, *Proceedings of the forestry academy of sciences of Ukraine*, 19, pp. 60–67 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/411927>
- Oliinyk, V.S. and Zeinalian, A.M. (2020) ‘Altitude features of spruce decline on the north-eastern megaslope of Ukrainian Carpathians’, *Forestry and Forest Melioration*, 136, pp. 19–24 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.136.2020.19>
- Parpan, V., Shparyk, Y., Slobodyan, P., Parpan, T., Korshov, V., Brodovich, R., Krynyckiy, G., Debryniuk, Y., Kramarets, V. and Cheban, I. (2014) ‘Forest management peculiarities in secondary Norway spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.) stands of the Ukrainian Carpathians’, *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 12, pp. 20–29 (in Ukrainian).
- Sanitary Forests Regulations in Ukraine* (2016). Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 756 dated 26 October 2016. Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п> (Accessed: 10 November 2025) (in Ukrainian).
- Shparyk, Y. (2017) ‘Economic results of spruce forests decline in the Ukrainian Carpathians’, *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 15, pp. 129–139 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/411717>
- Shparyk, Y. (2019a) ‘Ecological results of Norway spruce forests’ decline in main forest types of the Ukrainian Carpathians’, *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 18, pp. 145–153 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/411915>
- Shparyk, Y. (2019b) ‘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, pp. 79–88. (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/411929>
- Shyshkanynets, I., Lutak, V., Fennich, V. and Mihaly, A. (2021a) ‘Natural renewal and grass cover in derivative spruce stands of the National Natural Park “Zacharovanyi Krai”’, in *Proceedings of the 10th International Conference “New technologies in geodesy, land management, and natural resource use”*. Part 2. Uzhhorod: Hoverla, pp. 163–168 (in Ukrainian).
- Shyshkanynets, I.F., Lutak, V.V. and Fennich, V.S. (2021b) ‘Sanitary state of derivative spruce stands in Zacharovanyi Krai National Natural Park’, *Scientific Bulletin of UNFU*, 31(4), pp. 54–58 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36930/40310408>
- Shyshkanynets, I.F. (2024) Realization of nature protection measures in the NNP “Zacharovanyi Krai” in *Role of biosphere reserves and other protected areas in implementation of sustainable development strategy in Ukraine. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Ukraine, Rakhiv, 21 November 2023)*. Lviv: Prostir-M, pp. 341–346 (in Ukrainian).
- Slobodyan, P.Ya. (2012) ‘Conditions of secondary spruce stands in the Ukrainian Carpathians’, *Scientific Bulletin of UNFU*, 22(10), pp. 45–50 (in Ukrainian).

MONITORING OF SECONDARY NORWAY SPRUCE STANDS CONDITION IN THE ZACHAROVANYI KRAI NATIONAL NATURE PARK

Shyshkanynets I. F.^{1*}

National nature parks are key components of the protected area network, serving as sites for systematic monitoring of natural complexes, ecosystems, and climate. Research on the condition of secondary Norway spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.) stands in Zacharovanyi Krai National Nature Park was initiated in 2020 on nine permanent sample plots. The results indicate a marked deterioration in the health condition of these secondary spruce stands: the mean proportion of standing dead spruce trees increased from 63.5% in 2020 to 97.0% by 2025. At sites previously occupied by pure spruce stands, successional processes are occurring, with pioneer tree species (such as birch and rowan) establishing alongside the natural regeneration of spruce. In secondary spruce stands where European beech (*Fagus sylvatica* L.) accounts for 2–3% of the parent stand composition, canopy openings occur, allowing beech to expand, followed by succession involving pioneer species (such as birch and rowan) alongside spruce regeneration. Where beech constitutes $\geq 6\%$ of the parent stand composition, no successional changes are observed.

К е у w o r d s : health condition, health condition index, standing dead trees, forest succession, natural regeneration.

Дата надходження рукопису 17.11.2025

Дата прийняття до друку 12.12.2025

Дата публікації 29.12.2025

¹ Shyshkanynets Ivan, PhD (Agricultural Sciences), Zacharovanyi Krai National Nature Park, 90130, Partysanska Street, Ilnytsia, 90130, Zakarpatska region, Ukraine. E-mail: schif@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2363-3539>

* Correspondence: schif@ukr.net

СЕЛЕКЦІЯ, ДЕНДРОЛОГІЯ

УДК 630.181.28

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.147.2025.46>**ДОСВІД УПРОВАДЖЕННЯ НАЙБІЛЬШ ПЕРСПЕКТИВНИХ ХВОЙНИХ ІНТРОДУЦЕНТІВ У РЕГІОНІ КАРПАТ**М. М. Сіщук^{1*}, Ю. Д. Кацуляк², Н. М. Сіщук³, У. Я. Стамбульська⁴

Розглянуто досвід вирощування у регіоні Українських Карпат 12 видів – представників п'яти родів чотирьох підродин родини Pinaceae. У регіоні 11 видів є інтродуцентами: *Pinus koraiensis*, *P. sibirica*, *P. nigra*, *P. ponderosa*, *P. strobus*, *Picea pungens*, *Larix kaempferi*, *Pseudotsuga menziesii*, *Abies balsamea*, *A. concolor*, *A. grandis*, а один вид – *Larix decidua* – в лісах Закарпатської області є аборигеном, а з Передкарпаття й далі на схід – інтродуцентом. Інтродукція *Ps. menziesii*, *L. decidua* та *L. kaempferi* знаходиться на етапі натуралізації. Підтверджено їхні швидкорослість, продуктивність, раннє й рясне насіннюшення, стійкість до патогенів і комах-фітофагів. Наявні об'єкти постійної лісонасінної бази. Інтродукція *A. balsamea*, *A. grandis* та *P. koraiensis* знаходиться на етапі адаптації, об'єкти постійної лісонасінної бази відсутні. *P. strobus* рекомендовано застосовувати в лісових культурах на південних схилах (800 м н. р. м.) до 10–15 %, а також у рекреаційно-оздоровчих лісах і в садово-парковому господарстві, забезпечуючи огорожування або захист від хребетних шкідників репелентами.

Ключові слова: Українські Карпати, інтродуковані види, екзоти, лісові культури, постійна лісонасінна база.

Вступ. Аналіз літератури (Danchuk, 2002; Brodovych *et al.*, 2009; Debryniuk *et al.*, 2016, 2022; Debryniuk, 2019; Katsulyak, 2019) та передового виробничого досвіду свідчить, що рослини аборигенної флори своїми ресурсами та біолого-екологічними особливостями не завжди забезпечують високу продуктивність насаджень. Застосування рослин-інтродуцентів, що мають певні переваги перед аборигенними видами, може позитивно вплинути на стійкість і продуктивність насаджень. Для обґрунтування доцільності застосування видів, форм, кліматипів і сортів інтродуцентів вони мають пройти первинне випробовування в регіоні досліджень і виявити переваги за однією або кількома господарсько-цінними ознаками: стійкістю до негативного впливу природних та антропогенних чинників, продуктивністю, якістю деревини, довговічністю, раннім і рясним плодоношенням, фітомеліоративними властивостями, декоративністю тощо (Brodovich *et al.*, 2009). Застосування відібраного насіння й садивного матеріалу перспективних інтродуцентів у лісовідновленні та лісорозведенні забезпечує високу адаптаційну здатність лісів до мінливих екологічних умов і гарантує найповніше виконання лісовими екосистемами широкого спектра екологічних, соціальних та економічних функцій (Katsulyak, 2019). Оскільки негативні наслідки необачного введення чужоземних видів, особливо інвазійних, до складу деревостанів можуть виявитися через декілька десятиліть, діяльність стосовно інтродукції таких видів має базуватися на українській лісотипологічній класифікації Алексєєва – Погребняка,

¹ Сіщук Мар'яна Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П. С. Пастернака. вул. Грушевського, 31, Івано-Франківськ, 76000, Україна. E-mail: maryanasishuk@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3141-0737>

² Кацуляк Юрій Дмитрович, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П. С. Пастернака. вул. Грушевського, 31, Івано-Франківськ, 76000, Україна. E-mail: maryanasishuk@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4152-6741>

³ Сіщук Наталія Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, Дзвиняцький ліцей Дзвиняцької сільської ради Івано-Франківського району Івано-Франківської області, вул. Шевченка, 10А, с. Дзвиняч, 77750, Івано-Франківський район, Івано-Франківська область, Україна. E-mail: s.natyla1987@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3872-3311>

⁴ Стамбульська Уляна Ярославівна, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П. С. Пастернака. вул. Грушевського, 31, Івано-Франківськ, 76000, Україна. E-mail: ustambulska@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1020-7112>

*Адреса для кореспонденції: maryanasishuk@gmail.com

на детальній інформації щодо росту цих видів у природних умовах і тривалому випробуванні їх у нових місцях росту. Важливою особливістю інтродукції є її локальний характер. Без детального аналізу кліматичних, ґрунтово-гідрологічних і лісорослинних умов неможливо досягти належних успіхів. Під час випробувань інтродуцентів досліджують процеси росту, розвитку й відпаду дерев під впливом біотичних та абіотичних чинників, визначають ступінь акліматизації перспективних видів. Такі об'єкти є й насінневою базою. Чим вищим є селекційно-генетичне різноманіття вихідного матеріалу, тим надійнішими і кращими можуть бути результати інтродукції. Водночас в окремих районах інтродукція – це єдиний доступний метод збагачення видового складу деревостанів і біорізноманіття загалом (Danchuk, 2002).

Мета досліджень – оцінити сучасний стан упровадження хвойних інтродуцентів у регіоні Українських Карпат, визначити особливості вирощування та перспективні види в регіоні досліджень.

Матеріали й методи. Під час аналізу впровадження хвойних інтродуцентів деревних видів у регіоні Карпат використано результати власних досліджень, наукові розробки попередніх років лабораторій лісівництва і лісознавства та лісовідновлення і селекції Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва імені П. С. Пастернака (УкрНДГірліс), законодавчо-правові та нормативно-регулювальні акти, фондові й відомчі матеріали.

Об'єкти досліджень – стиглі насадження інтродукованих хвойних деревних видів у дендропарках і ботанічних садах та лісові культури з участю хвойних деревних видів у Болехівському, Коломийському, Надвірнянському, Івано-Франківському, Осмолодському, Верховинському, Вигодському, Міжгірському, Ужгородському, Берегівському, Рахівському, Самбірському, Дрогобицькому, Сколівському, Стрийському, Путильському, Чернівецькому, Берегометському, Сокирянському надлісництвах Карпатського регіону.

Досліджені види належать до родів сосна (*Pinus*), ялина (*Picea*), модрина (*Larix*), псевдотсуга (*Pseudotsuga*) та ялиця (*Abies*) родини соснові (Pinaceae).

Результати. Підродина Pinoideae. Під сосна (*Pinus*).

Pinus koraiensis Sieb. Et Zucc. – сосна кедрова корейська – розповсюджена на Далекому Сході, у горах Маньчжурії, КНДР і на острові Хонсю в Японії (Tong *et al.*, 2019). У країни Західної Європи сосну кедрову корейську інтродуковано в 1846 р. Трапляється багато форм за кольором хвої. В озелененні є значний попит на дерева із сизою хвоєю.

У Карпатському регіоні під час випробування сосни кедрової корейської від передгір'я (300 м н. р. м.) до високогір'я (1 300 м н. р. м.) вона виявила себе як швидкорослий вид, порівнюючи з іншими інтродукованими кедровими соснами. Сосна кедрова корейська є повністю адаптованою, стійкою до несприятливих кліматичних та едафічних умов, патогенів і комах-фітофагів. Рано плодоносить (у 20 років). Цінна деревиною, смолою, горіхами. Незадовільно росте лише на задернїлих площах, на ділянках із ущільненим ґрунтом через постійні прогони худоби, біля стежок, доріг, а також у разі пригнічення другорядними видами, заростання ожиною, малиною тощо. Натомість добре росте на постійно розпушеному ґрунті й за доброго освітлення крони. Також росте в екстремальних умовах каменистих схилів, де слід садити по три екземпляри на площадку та видаляти гірші екземпляри в процесі виконання доглядів. До 10-річного віку ріст цього виду є сповільненим, але пізніше, за своєчасного догляду, енергія росту значно зростає.

Pinus sibirica Du Tour. – сосна кедрова сибірська – поширена від Уралу до Забайкалля та в Монголії. Деревя досягають висоти 40–45 м, діаметра 1,5–2,0 м, тривалість життя – 500–850 років. Вид є зимостійким, невибагливим до багатства ґрунту, але потребує достатньої вологості повітря. Добре росте як у горах, так і на рівнинних територіях. У Карпатському регіоні сосна кедрова сибірська привертає значну увагу лісівників як перспективний вид для садіння в екстремальних лісорослинних умовах, особливо на кам'янистих розсипищах. Вона

добре адаптувалася на нижніх і середніх частинах кам'янистих схилів південних експозицій. З метою підвищення збереження рослин у культурах саджанці садили в насипний ґрунт у спеціально сплетених і закріплених кілками кошиках по три екземпляри на площадку, чергуючи із саджанцями сосни звичайної реліктової (*P. sylvestris*), сосни кедрової європейської (*P. cembra*) та сосни гірської (*P. mugo*). Гірші екземпляри у процесі виконання доглядів видаляли. Лише такі лісові культури дали змогу залісити вторинні кам'янисті розсипища в Карпатському регіоні, площа яких у сімдесятих роках минулого століття сягала майже 40 тис. га (лише в Івано-Франківській області – майже 20 тис. га). На висоті 760 м н. р. м. на чистих кам'янистих розсипищах рослини цього виду в 15-річному віці сягали висоти майже 1,20 м. На висоті 950 м н. р. м. на верхніх частинах північно-західного схилу навіть сосна кедрова сибірська пошкоджується морозом, особливо екземпляри, пошкоджені тваринами та уражені патогенами. Все це призводить до різкого зменшення приросту, погіршення адаптації рослин (71,2 %) та групи перспективності (III). Таким чином, сосну кедрову сибірську рекомендовано для садіння на нижніх і середніх частинах схилів південних експозицій, на висотах до верхньої межі лісу. Під час обирання ділянки під лісові культури варто надавати перевагу свіжим зрубам із наявністю щербенистих ґрунтів.

Pinus nigra Arn. – сосна чорна – довговічне дерево, живе до 1 000 років і сягає 40–50 м у висоту. Природно росте в горах Середньої Європи (Vasek *et al.*, 2023). У регіоні Українських Карпат добре росте в парках, трапляється в лісових культурах. На свіжих суглинистих ґрунтах буковинського передгір'я у ялицевій субучині в 60 років дерева сягали висоти 26,2 м, діаметр стовбура становив 33 см. Як меліоративна, порівняно швидкоросла, технічно цінна, декоративна й стійка до забруднення повітря лісоутворювальна деревна порода сосна чорна є перспективною для умов передгір'я й нижнього гірського пасма Українських Карпат до висоти 600–700 м. Є перспективною для збагачення видового складу рекреаційно-оздоровчих лісів.

Pinus ponderosa Dougl. – сосна жовта (орегонська) – природно росте на Заході Північної Америки на різних за механічним складом і родючістю ґрунтах. Струнке дерево до 50 м заввишки. У США формує високопродуктивні насадження із запасом деревини до 1 500 м³. До Європи її завезено в 1827 р. (McKinney, 2019). Трапляється в парках Закарпаття й Прикарпаття. Є стійкою до пошкодження снігом і вітром, має глибоку кореневу систему. У спеціалізованому арборетумі «Діброва» (Осмолодське надлісництво) показники росту в 40-річному віці були високими (I^a бонітет, висота 18–20 м, діаметр стовбура окремих дерев становив 38–45 см). Сосну жовту рекомендовано культивувати в захисних та рекреаційно-оздоровчих лісах.

Pinus strobus L. – сосна веймутова – екзот із Північної Америки. У 1705 р. лордом Веймутом цей вид завезено до Європи (Англії), звідки він поширився (Podrázský *et al.*, 2020). В Україні інтродуцент трапляється в лісових культурах Карпат (Будинецьке лісництво Берегометського надлісництва, Витвицьке лісництво Болахівського надлісництва, Печеніжинське та Дорівське лісництва Коломийського надлісництва, «Карпатський національний природний парк» м. Яремче, Діловецьке лісництво Великобичківського надлісництва, Жденівське лісництво Свалявського надлісництва), а також у парках та окремих лісопосадках невеликими групами. Також збереглися окремі екземпляри-велетні в парках м. Мукачево, Ужгород, Яремча, смт. Делятин, с. Бистриця (Sishchuk *et al.*, 2025).

Сосна веймутова є морозостійкою, доволі вибагливою до ґрунтів і не витримує їхньої сухості. В Українських Карпатах може рости до висоти 700–750 м н. р. м. Водночас широке її впровадження у лісові культури стримує низька стійкість до грибних захворювань, зокрема пухирчастої іржі (збудником є гриб *Cronartium ribicola* Ditr.), особливо в молодому віці. В умовах Прикарпаття сосна веймутова є стійкішою до цього захворювання в мішаних деревостанах. Ураховуючи високі потенційні можливості цього виду щодо підвищення продуктивності деревостанів, його можна використовувати в Карпатах за умов спеціальних заходів щодо профілактики захворювань та орієнтування господарства на рубання

в 40–50 років, тобто вирощувати як плантаційні лісові культури зі скороченим оборотом рубання.

Підродина Piceoideae. Рід ялина (*Picea*).

Picea pungens Engelm. – ялина колюча – має природний ареал у Скелястих горах Північної Америки (Birch *et al.*, 2024). Вид має голубу й сріблясту форми, які дуже цінують у декоративному будівництві. Є морозостійкою, тіньовитривалою, невибагливою до ґрунтових умов. У Карпатах її успішно культивують до висоти 600 м н. р. м. Ялину колючу доцільно широко впроваджувати в рекреаційно-оздоровчі ліси, висаджувати великомірним садивним матеріалом за біогруповим принципом змішування.

Підродина Laricoideae. Рід модрина (*Larix*).

Larix decidua – модрина європейська – у лісах Закарпатської області є аборигеном, а починаючи з Передкарпаття і далі в Україні цей вид – інтродуцент (Jansen and Geburek, 2016). Крім створення традиційних лісових культур її також широко застосовують у плантаційному лісовирощуванні для забезпечення додаткової лісосировинної бази.

Larix decidua var. *polonica* – модрина польська – є реліктом Карпат, росте в деревостанах природного походження, зокрема в Тячівському й Рахівському районах Закарпатської області, Богородчанському районі (Манявський скит) Івано-Франківської області та Вижницькому районі Чернівецької області. Модрина польська – надзвичайно цінна порода, яка є під загрозою зникнення, тому її занесено до Червоної книги України. Окрім Карпат, ареал модрин європейської та польської поширюється на Альпи, Татри та Судетські гори (Tashev and Dzyba, 2023). В Українських Карпатах ці види можна побачити на висоті до 1 500 м н. р. м.

Модрини варті уваги для культивування, зокрема в рекреаційно-оздоровчих лісах, оскільки, завдяки щорічній зміні хвої, вони є більш димо- і газостійкими, ніж інші хвойні. Модрина європейська також здатна суттєво підвищувати вітростійкість насаджень завдяки глибокій (до 2,5 м) та грубішій, ніж в ялини, ялиці і навіть бука, мичкуватій кореневій системі. Вона є стійкою до ураження патогенами й пошкодження комахами. Високу продуктивність у регіоні мають буково-модринові насадження (запас – 1 200 м³·га⁻¹). Модрина добре росте в біогрупах разом із ялицею білою, кленом несправжньоюплатановим (явором) і в'язом гірським (*Ulmus glabra* Huds.).

Лісові культури модрини європейської на різних гіпсометричних рівнях у пасмі Горган до висоти 1 000 м н. р. м. характеризуються стабільністю біометричних показників незалежно від експозиції (Пн-Пд), стрімкості схилів (20–35°), лісорослинних умов (С₃–D₃) і характеру травостою на свіжих зрубках. Дослідження показали, що на більшій висоті ріст і розвиток рослин сповільнюються, але на висоті від 1 100 до 1 240 м н. р. м. показники стабілізуються. Починаючи з висоти 970 м н. р. м. на північних експозиціях деякі рослини модрини може пошкоджувати мороз (середній бал зимостійкості – 4,5), особливо на стрімких схилах із наявністю морозобійних ям, на східних схилах – починаючи з висоти 1 100 м (середній бал зимостійкості – 4,9); на південних схилах таке явище відбувається лише на вершинах схилів, близько до верхньої межі лісу. Негативно впливають на біометричні показники і стан рослин ущільнення й задерніння ґрунту. Близько 20 % рослин у культурах зазнають пошкодження свійськими (на нижчих гіпсометричних рівнях, у більш доступних місцях) та дикими тваринами. Подекуди на відкритих ділянках під впливом дії вітру й снігу відбувається викривлення стовбурців модрини. Незважаючи на це, відновлювальна здатність цієї породи є такою високою, що це не спричиняє відчутного погіршення якості деревостанів. У гірських умовах уведення модрини великими біогрупами на свіжих зрубках у лісорослинних умовах С₂–С₃, D₂–D₃ є перспективним. Розміщення біогрупами ґрунтується на тому, що ця порода вже в перші роки значно перевершує за висотою решту деревних видів, що ростуть поряд із нею, дуже пригнічуючи їх. Надалі супутні види гинуть, не витримуючи конкуренції. Модрина європейська належить до високомікотрофних видів (облігатних мікотрофів) і без достатньої кількості мікоризи росте погано. Ця особливість модрини також свідчить на користь створення

біогрупових культур. У біогрупі бажано розміщувати рослини $2,5 \times 2,5$ (3,0) м. Разом із ялиною, буком, явором та в'язом такі лісові культури модрина варто створювати до висоти 1 000 м н. р. м. на схилах північних експозицій та до 1 250 м н. р. м. – на схилах південних експозицій. Під час садіння модрина європейської особливу увагу приділяють розправлянню кореневої системи та підв'язуванню до опори стовбурців, а після садіння – ретельному опрацюванню рослин. Охорона, агротехнічний та лісівничий догляди за культурами є традиційними для регіональних умов. Модрина найбільше реагує на агротехнічний догляд у перші чотири роки після створення насаджень. Загальна площа насаджень із участю модрина європейської в Україні перевищує 35 тис. га, зокрема на площі 5 тис. га вона є головною породою (Sishchuk, 2012). У різних регіонах ця порода вже давно визнана лісівниками однією з найперспективніших для промислового й захисного лісорозведення.

Larix kaempferi (Lamb.) Carr. – модрина японська, або тонколуската – один із найбільш швидкорослих інтродукованих видів модрин. Природно росте в гірських лісах Японії (Wu *et al.*, 2021). Введення її до складу насаджень дає можливість підвищити продуктивність лісів і скоротити терміни вирощування деревини, адже вже в 35–40 років вона досягає технічної стиглості. У західних областях України модрина японська вирізняється вищими показниками росту, ніж в інших районах інтродукції і в умовах природного ареалу. Уведення 400–700 екз. на 1 га її саджанців у букові молодняки й вирубка дерев до 40-річного віку дають змогу підвищити загальну продуктивність деревостанів на 150–200 м³ на кожному гектарі. Завдяки високій стійкості до несприятливих кліматичних умов, шкідників і хвороб, швидкому росту та високій продуктивності насаджень модрину японську рекомендовано впроваджувати в Карпатські ліси до висот 800–900 м н. р. м (Debryniuk, 2019). За сумісного садіння модрина японська перевершує за висотою ялину європейську в 10-річному віці на 54 %, бук лісовий – втричі, псевдотсугу – удвічі і сосну кедрову сибірську – у чотири рази. Модрина японська без суттєвих пошкоджень витримує низькі температури та суворі зими. Є придатною для впровадження. Як декоративна порода із хвоєю, голубуватою літом і червонувато-жовтою восени, модрина японська може бути використана для створення ефективних вкраплень у насадженнях парків, лісопарків, зелених зон та рекреаційно-оздоровчих лісів.

Рід псевдотсуга (*Pseudotsuga*)

Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco – псевдотсуга Мензіса (дугласія) – один із найперспективніших іншорайонних деревних видів, культивування якого почалося в Карпатах близько 160 років тому, тоді як у Європі – у 1827 р. в Англії (Nicolescu *et al.*, 2023). Дугласія акліматизувалася, добре росте, відновлюється природним шляхом у буковому поясі Українських Карпат. За останні 15 років створено лісові культури з її участю на площі близько 3,5 тис. га, переважна більшість – у Закарпатській області (93,6 %). Набагато менше таких насаджень росте на північно-Східному мегахилі Українських Карпат – у Львівській та Івано-Франківській областях (2,8 та 2,9 % відповідно) і зовсім мало – у Чернівецькій області (0,7 %). (Yatsyk *et al.*, 2017). Район культивування дугласії потрібно обмежувати висотою до 900 м н. р. м. Визначено, що оптимальними умовами для дугласії характеризуються малинникові зруби південних схилів у разі бокового затінення рослин зі всіх боків, окрім південного. У Прикарпатті псевдотсугу Мензіса рекомендовано вводити в культури на південних схилах (нижні та середні частини) стрімкістю не більше ніж 25–30°, у типах лісорослинних умов С₃, D₂. Підібрані ділянки мають бути надійно захищеними від холодних північних вітрів. Частка псевдотсуги в складі культур має становити не більше ніж 30 %. Найкращі її супутники – ялиця біла (*Abies alba* Mill.), бук лісовий (*Fagus sylvatica* L.), клен несправжньо-платановий (явір) (*Acer pseudoplatanus* L.). Розміщення садивних місць – 2,0 × 1,5 м, садіння – по 2–3 сіянці. Досвід вирощування псевдотсуги Мензіса в Карпатах (Katsulyak *et al.*, 2025) свідчить про доцільність її ширшого впровадження в лісові культури в передгір'ї Карпат, а також вирощування плантаційно, вік її рубання – не більше ніж 60 років, цільовий сортимент – пиловник.

Після 8–10 років у культурах дугласії Мензіса необхідно проводити освітлення зі збереженням кожного другого деревця; вилучені рослини можна використати як новорічні ялинки, оскільки їхні габітус, крона, хвоя мають набагато ефектніший вигляд, ніж у ялиці білої. До віку рубання потрібно залишити на плантації не більше як 400 дерев. Для обґрунтування доцільності уведення псевдотсуґи Мензіса в лісові біоценози нами досліджено біолого-екологічні особливості її росту й розвитку в конкретних умовах росту, проведено індивідуальний і масовий відбір у наявних деревостанах. Науковцями Національного лісотехнічного університету України розроблено методи розмноження й раціонального використання цінного генофонду для потреб насінництва (Debryniuk *et al.*, 2022).

Підродина Abietoideae. Рід ялиця (*Abies*)

Abies balsamea (L.) Mill. – ялиця бальзамічна – є аборигеном Північної Америки. На батьківщині характеризується як швидкоросла, довговічна, холодостійка порода, здатна утворювати чисті насадження у високогірних районах (Bent *et al.*, 2025). Ріст ялиці бальзамічної майже не відрізняється від апробованих у наших умовах модрин, псевдотсуґи Мензіса та аборигенної ялини звичайної. Згідно з нашими дослідженнями на висоті 1 130 м н. р. м вона не має конкурентів серед інших інтродуцентів, і навіть аборигенна ялина звичайна (*Picea abies*) поступається їй за біометричними показниками (за висотою – на 20 %). Висока продуктивність, стійкість проти несприятливих кліматичних чинників, шкідників і хвороб, а також ранній початок репродукції в екстремальних умовах високогір'я дають підставу рекомендувати ялицю бальзамічну для широкого впровадження в культури регіону. Ялиця бальзамічна є також цінним промисловим джерелом одержання смоли, так званого «канадського бальзаму» (Yatsyk *et al.*, 1994).

Abies concolor Lindl. et Cord. – ялиця одноколірна, або каліфорнійська – у природних умовах росте в горах Північної Америки в мішаних деревостанах. Її здавна культивують у парках і садах Європи (Lazarevic and Menkis, 2022). Аналіз дослідних культур ялиці одноколірної в Карпатах, зокрема в Закарпатті (Берегівське надлісництво, на висоті 930 м н. р. м.) виявив, що у віці 8–9 років висота становила 19,3 см, в 11–12 років – 36,2 см; у 14–15 років – 74,8 см. Ялиця одноколірна – перспективна для вирощування у свіжих і вологих передгірних сугрудах і горах лісопарків, рекреаційно-оздоровчих лісів та зелених зон із метою створення контрастних декоративних груп або куртин.

Abies grandis (Douglas ex D.Don) Lindl. – ялиця велика – один із найбільш швидкорослих лісоутворювальних деревних видів Північної Америки. Ялиця велика набула значного поширення в лісах і парках Європи після завезення з Америки у 1830 р., її використовували тільки як декоративну породу. На своїй батьківщині в Північній Америці вона займає значні території континенту, від узбережжя Тихого океану до гірських масивів Британської Колумбії, і доходить до Північної Каліфорнії, особливо великими є площі на острові Ванкувер. У горах вона може рости до висоти 1 300 м н. р. м., а в окремих місцях – навіть вище (Fanal *et al.*, 2024). Ялиця велика добре росте у вологому, відносно теплому кліматі з глибокими родючими ґрунтами. У таких багатих умовах висота її стовбура сягає близько 75 м, а його діаметр становить понад 2 м. У гірських умовах на гірських плато, де кількість опадів є меншою, а температура повітря – нижчою, середня висота насадження становить 45 м. У межах природного ареалу на родючих ґрунтах ялиця велика сягає висоти 100 м, діаметра 1,8 м та утворює дуже високопродуктивні деревостани. На території України її вирощують від другої половини XIX століття. Клімат Карпат є подібним до кліматичних умов оптимального району поширення ялиці великої на американському континенті, а саме є відповідними кількості опадів, температурний режим, спорідненість ґрунтів. У передгір'ї та низькогір'ї Карпат у віці 30–35 років за біометричними показниками ялиця велика перевершувала ялицю білу: за висотою – в 1,2–2,0 разу, за діаметром – в 1,1–1,7 разу. Інтродукція її в ліси Карпат є важливою для збагачення генофонду місцевих лісових популяцій, для підвищення естетичної цінності та покращення екологічних функцій рекреаційно-оздоровчих лісів Карпат. Ялиця велика є стійкою до сильних снігопадів, через запізнення

весняного розвитку вона менше потерпає від весняних заморозків. Їй властива витривалість до дії промислових викидів і висока тіньовитривалість, що дає змогу впроваджувати її в мішані насадження. Рослини цього виду виділяють значну кількість фітонцидів, які відлякують диких копитних тварин, і вони не пошкоджують молоді дерева.

Під час росту разом із іншими видами ялиць утворюються природні спонтанні гібриди, що є можливим за наявності в карпатських лісах ялиці білої. У 1987 р. закладено перші дослідні культури ялиці великої на Закарпатті (урочище «Безезинка») (Debryniuk *et al.*, 2022). Результати досліджень свідчать, що за темпами росту ялиця велика в три-чотири рази перевершує аборигенну породу – ялицю білу. У десятирічному віці річні пагони (прирости) сягають довжини 40–70 см, а в 20–35 років – понад 80 см. Деревина ялиці великої за своїми технологічними та фізико-технічними властивостями є подібною до деревини ялиці білої. (Krynitsky *et al.*, 1991) У свіжоному вигляді важко, а в сухому – легко піддається обробці, її можна широко використовувати як будівельний матеріал. У своєму ареалі тривалість життя рослин виду сягає близько 300 років.

Лісові культури ялиці великої в Карпатах рекомендовано створювати на верхніх частинах схилів (у висотному поясі 200–700 м н. р. м), причому частка ялиці великої у складі насаджень не має перевищувати п'яти одиниць. Як найбільш швидкорослу серед дерев р. *Abies* ялицю велику рекомендовано культивувати в Українських Карпатах у лісах природоохоронного, наукового, історико-культурного значення та рекреаційно-оздоровчих лісах (Krynitskyi *et al.*, 1991; Debryniuk *et al.*, 2016).

У таблиці 1 наведено перелік інтродукованих хвойних видів, які є перспективними для вирощування в Карпатському регіоні.

Таблиця 1

Перелік перспективних неінвазійних хвойних інтродукованих видів для використання в лісовому господарстві Карпатського регіону

Table 1

List of promising non-invasive introduced coniferous species for use in forestry in the Carpathian region

Назва виду Species name	Тривалість упровад- ження, років Duration of implemen- tation, years	Етап інтродукції Introduction stage	Переваги Advantages	Наявність об'єктів ПЛНБ Availability of permanent forest seed base objects
Псевдотсуга Мензіса (дугласія)	160–180	натуралізація	швидкорослість, надзвичайна продуктивність, стійкість до дії біотичних та абіотичних факторів	атестовані ЛГР, ПД, КНП, ПЛНД
Модрина європейська	140–160	натуралізація	швидкорослість, висока продуктив-ність, вітростійкість, раннє й рясне насіненношення	атестовані ПД, КНП, ПЛНД
Модрина японська	80–100	натуралізація	швидкорослість, висока продуктивність, біологічна стійкість, раннє й рясне насіненношення	атестовані ПД, КНП, ПЛНД
Ялиця бальзамічна	40	адаптація	швидкорослість, висока продуктив-ність, стійкість до патогенів і комах-фітофагів	відсутні
Ялиця велика	40	адаптація	швидкорослість, висока продуктив-ність, часте й рясне насінношення, стійкість до патогенів і комах-фітофагів	відсутні
Сосна кедрова корейська .	50	адаптація	біологічна стійкість, широкий діапазон росту	відсутні
Сосна Веймутова	150	натуралізація	швидкорослість, висока продук-тивність, часте й рясне насінношення стійкість до патогенів і комах-фітофагів	відсутні

Примітка: ЛГР – лісовий генетичний резерват; ПД – плюсові дерева; КНП – клонова насінна плантація; ПЛНД – постійна лісонасінна ділянка.

Note: ЛГР – forest gene reserve; ПД – plus-trees; КНП – clone-seed plantations; ПЛНД – permanent forest seed plots.

Дослідження лабораторій лісовідновлення і селекції УкрНДГірліс, проведені в усіх надлісництвах Карпат, свідчать, що станом на 2024 р. впроваджено чужорідні хвойні деревні види на площі 199,7 га (що за даними реєстру проєктів лісових культур у середньому становить 12,0 % від загальної площі створених лісових культур), зокрема використано в лісових культурах два іншорайонованих хвойних деревних види – модрина європейську та псевдотсугу Мензіса. Найбільше екзотів впроваджено у надлісництвах лісового господарства Івано-Франківської області – 120,2 га (21,2 % від загальної площі створених лісових культур), у Закарпатті створено 32,9 га (5,5 %), а найменше – у надлісництвах лісового господарства Чернівецької та Львівської областей – 27,1 га (10 %) та 19,5 га (8,9 %) відповідно (табл. 2).

Таблиця 2

Презентованість модрина європейської та псевдотсуги Мензіса в лісових культурах Українських Карпат

Table 2

Representation of European larch and Douglas fir in forest plantations in the Ukrainian Carpathians

Область Region	Кількість проєктів лісових культур з інтродуцентами Number of forest plantation projects with introduced species			Разом інтродуцентів, числівник – га, знаменник – % Total introduced species, numerator –ha, denominator – %
	числівник – екз. знаменник – га numerator – trees, denominator – ha	площа, числівник – га, знаменник – % area, numerator – ha, denominator – %		
		модрина європейська	псевдотсуга Мензіса	
Івано-Франківська (усі надлісництва)	<u>112</u> 567,5	<u>109,2</u> 19,2	<u>11,0</u> 2,0	<u>120,2</u> 21,2
Закарпатська (усі надлісництва)	<u>66</u> 596,2	<u>32,9</u> 5,5	–	<u>32,9</u> 5,5
Чернівецька (усі надлісництва)	<u>15</u> 268,7	<u>24,0</u> 8,9	<u>3,1</u> 1,1	<u>27,1</u> 10,0
Львівська (гірська частина – Самбірське, Дрогобицьке, Сколівське надлісництва)	<u>249</u> 218,7	<u>19,5</u> 8,9	–	<u>19,5</u> 8,9
Разом	<u>442</u> 1651,1	<u>185,6</u> 11,2	<u>14,1</u> 0,8	<u>199,7</u> 12,0

Аналіз таблиці 2 свідчить, що в державних підприємствах регіону найбільше культивують модрина європейську, значно менше – дугласію Мензіса.

Обговорення. Останнім часом в Українських Карпатах створено 10 тис. га нових лісів (лісових культур), серед яких площа інтродуцентів становить 239,0 га (2,3 %) з переважанням хвойних видів (199,7 га). Досвід штучного лісовідновлення в Карпатах свідчить про доцільність використання інтродукованих деревних видів шляхом часткового впровадження з метою підвищити стійкість і продуктивність, покращити санітарно-гігієнічні та рекреаційні функції наявних насаджень.

Розглянуто досвід вирощування в Карпатському регіоні 12 видів – представників п'яти родів чотирьох підродин родини соснові, 11 із яких є екзотами, а один – *Larix decidua* – у лісах Закарпатської області є аборигеном, а з Передкарпаття і далі на схід – інтродуцентом.

Більшість із них походять із Північної Америки (Farjon and Filer, 2013; Neale and Wheeler, 2019) і давно є успішно інтродукованими в Європу. Багаторічні дослідження в Карпатському регіоні виявили, що введення зазначених видів у склад лісових насаджень сприяє підвищенню біорізноманіття, стійкості та продуктивності, а в складі міських насаджень – також підвищенню декоративності та стійкості до несприятливих антропогенних чинників.

Виявлено, що запас стовбурової деревини псевдотсуги Мензіса у віці технічної стиглості (приблизно 120 років) може сягати близько 2 тис. м³·га⁻¹, що втричі перевищує запас

найкращих насаджень автохтонної ялини європейської. Псевдотсугу Мензіса рекомендовано застосовувати в експлуатаційних лісах регіону.

Досвід вирощування в лісах регіону модрина європейської сягає 140–160 років. Опрацьовано агротехнічні й технологічні прийоми створення й вирощування експлуатаційних і захисних лісів, а також плантаційного лісорозведення й одержання додаткової лісосировинної бази за стислий період. Запас деревини стиглих буково-модринових лісів сягає понад $1\,200\text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$, що є удвічі більшим, ніж продуктивність ялини європейської (Sishchuk, 2012). Упровадження модрина європейської в рекреаційно-оздоровчих лісах є доцільним завдяки її більшій димо- і газостійкості, ніж інших хвойних, у зв'язку зі щорічною зміною хвої.

Незважаючи на менш тривалий досвід вирощування модрина японської в лісах Карпатського регіону, цей вид інколи навіть перевершує модрину європейську за продуктивністю, зокрема на нижчих гіпсометричних рівнях у багатих лісорослинних умовах та в буковій зоні. Рекомендовано цей вид впроваджувати в експлуатаційних лісах і для плантаційного лісовирощування.

Доволі перспективним виявилось випробування ялиці бальзамічної, яка у високогір'ї, на висотах 1 100–1 200 м н. р. м. за ростом, продуктивністю й стійкістю суттєво перевершує не лише автохтонну ялицю білу, але й ялину європейську.

У діапазоні від передгір'я (300 м н. р. м.) до високогір'я (1 300 м н. р. м.) сосна кедрова корейська виявила себе як порівняно швидкорослий вид, як порівняти з іншими інтродукованими кедровими соснами. Вона є повністю адаптованою, стійкою до несприятливих кліматичних та едафічних умов, патогенів і комах-фітофагів.

З'ясовано, що в регіоні Карпат частка сосни веймутової у лісових культурах на південних схилах (800 м н. р. м.) не має перевищувати 10–15 % (Sishchuk *et al.*, 2025). У зв'язку з витривалістю до антропогенного навантаження її можна використовувати для рекреаційно-оздоровчих лісів і в садово-парковому господарстві. Лісові культури цієї породи необхідно огорожувати або захищати від хребетних шкідників репелентами (Katsulyak *et al.*, 2025).

Зважаючи на поширення за межі природних ареалів комах-фітофагів і патогенів, слід поглибити дослідження щодо стійкості окремих видів і форм інтродуцентів до зазначених шкідливих організмів і врахувати результати під час селекційних робіт.

Висновки. Наразі у Карпатському регіоні найбільш тривалі дослідження проведено стосовно псевдотсуги Мензіса, модрина європейської та японської. Інтродукція цих видів знаходиться на етапі натуралізації. Підтверджено їхні швидкорослість, продуктивність, раннє й рясне насіннюшення, стійкість до патогенів і комах-фітофагів. Наявні об'єкти постійної лісонасінної бази. Дослідження ялиці бальзамічної, ялиці великої та сосни кедрової корейської тривають лише 40–50 років, інтродукція цих видів знаходиться на етапі адаптації, об'єкти постійної лісонасінної бази відсутні. Сосну веймутову досліджують 150 років, інтродукція знаходиться на етапі натуралізації, об'єкти постійної лісонасінної бази відсутні. Рекомендовано застосовувати сосну веймутову в лісових культурах на південних схилах (800 м н. р. м.) до 10–15 %, а також у рекреаційно-оздоровчих лісах і в садово-парковому господарстві, забезпечуючи огорожування або захист від хребетних шкідників репелентами.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCE

- Bent, A., MacDonald, M.T. and Steenberg, J.W. (2025) 'Forest Dieback of *Abies balsamea* in Eastern North America', *Forests*, 16(12), 1799. <https://doi.org/10.3390/f16121799>
- Birch, J.D., DeRose, R.J. and Lutz, J.A. (2024) 'Spruce up your climate analysis: Dendroclimatology of *Picea engelmannii* and *Picea pungens*', *Ecosphere*, 15(11), e70047. <https://doi.org/10.1002/ecs2.70047>
- Brodovych, R.I., Katsulyak, Y.D., Hudyma, V.M., Yatsyk, R.M., Brodovych, Y.R., Klyushta, I.I. and Sishchuk, M.M. (2009) 'Prospects for enriching the species composition of high-mountain forests of the Ukrainian Carpathians with introduced tree species', in *Introduction, selection and protection of plants. Proceedings of the second international conference (Donetsk, 6–8 October 2009)*. Donetsk. Vol. 1, pp. 125–129 (in Ukrainian).

- Danchuk, O.T. (2002) 'Genetic and breeding aspects of introducing introduced species into forest cultures of Ukraine', *Scientific Bulletin of UNFU*, 12.4, pp. 214–218 (in Ukrainian).
- Debryniuk, I.M. (2019) 'The influence of phytocoenotic conditions on wood accumulation by stands with the *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco participation in the western region of Ukraine', *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 19, pp. 33–49 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/411925>
- Debryniuk, Yu.M., Krynytskyi, G.T. and Tselen, Ya.P. (2016) *Technology of growing plantation forests in the Western region of Ukraine*. Lviv: Kamula (in Ukrainian).
- Debryniuk, I.M., Lavnyy, V.V., Myklush, S.I. and Chihrak, T.M. (2022) 'The feasibility of introducing introduced tree species into forest plantations of Ukraine', *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 24, pp. 104–119 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/412209>
- Fanal, A., Mahy, G. and Monty, A. (2024) 'Recruitment curves of three non-native conifers in European temperate forests: implications for invasions', *Biological Invasions*, 26(12), pp. 4199–4214. <https://doi.org/10.1007/s10530-024-03438-8>
- Farjon, A. and Filer, D. (2013) *An atlas of the world's conifers: an analysis of their distribution, biogeography, diversity and conservation status*. Brill. ISBN 9004211810.
- Jansen, S. and Geburek, T. (2016) 'Historic translocations of European larch (*Larix decidua* Mill.) genetic resources across Europe—A review from the 17th until the mid-20th century', *Forest Ecology and Management*, 379, pp. 114–123. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.08.007>
- Katsulyak, Yu.D. (2019) *To develop program-targeted methods of reforestation on cuttings by using native and introduced tree species and genetic and breeding achievements in the Carpathian region. 2015–2019*. Ivano-Frankivsk: UkrRIMF, Head: Katsulyak, Yu.D. (in Ukrainian).
- Katsulyak Yu.D. et al. (2025) *Recommendations for improving reforestation in the Carpathian region using selection and introduction methods*. Ivano-Frankivsk: UkrRIMF (in Ukrainian).
- Krynytsky, G.T., Kuziv, R.F., Zaika, V.K., Rudenko, L.P. and Bihun, M.Yu. (1991) *Introduction of giant fir into the forests of the Carpathians*. Preprint. Kyiv: NMK VO (in Ukrainian).
- Lazarevic, J. and Menkis, A. (2022) 'Cytospora *friesii* and *Sydowia polyspora* are associated with the sudden dieback of *Abies concolor* in Southern Europe', *Plant Protection Science*, 58(3). <https://doi.org/10.17221/120/2021-PPS>
- McKinney, S.T. (2019) 'Systematic review and meta-analysis of fire regime research in ponderosa pine (*Pinus ponderosa*) ecosystems, Colorado, USA', *Fire Ecology*, 15(1), 38. <https://doi.org/10.1186/s42408-019-0056-6>
- Neale, D.B. and Wheeler, N.C. (2019) 'The conifers' in *The conifers: genomes, variation and evolution*. Cham: Springer International Publishing, pp. 1–21. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46807-5_1
- Nicolescu, V.N., Mason, W.L., Bastien, J.C., Vor, T., Petkova, K., Podrážský, V., ... and Mihăilescu, G. (2023) 'Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) in Europe: an overview of management practices', *Journal of Forestry Research*, 34(4), pp. 871–888. <https://doi.org/10.1007/s11676-023-01607-4>
- Podrážský, V., Vacek, Z., Vacek, S., Vítámvás, J., Gallo, J., Prokůpková, A. and D'Andrea, G. (2020) 'Production potential and structural variability of pine stands in the Czech Republic: Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) vs. introduced pines-case study and problem review', *Journal of Forest Science*, 66 (5), pp. 197–207. <https://doi.org/10.17221/42/2020-JFS>
- Sishchuk, N.M. (2012) *Forestry and breeding assessment of European larch on the Northern megaslope of the Ukrainian Carpathians*. PhD thesis. Lviv (in Ukrainian).
- Sishchuk, M.M., Katsulyak, Y.D. and Stambulska, U.Ya. (2025) 'Weymut pine (*Pinus strobus* L.) a promising coniferous species in forest cultures of the Carpathian region', in *Nature reserves: state, problems and development for the future: collection of abstracts of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 45th anniversary of the creation of the Carpathian National Nature Park (Yaremche, July 2–3)*. Carpathian National Nature Park, pp. 320–325 (in Ukrainian).
- Tashev, A. and Dzyba, A. (2023) 'Representation of the genus *Larix* Mill. in the protected areas of Ukrainian Polissia', *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 14(4), pp. 8–25. <https://doi.org/10.31548/forest/4.2023.08>
- Tong, Y.W., Lewis, B.J., Zhou, W.M., Mao, C.R., Wang, Y., Zhou, L., ... and Qi, L. (2019) 'Genetic diversity and population structure of natural *Pinus koraiensis* populations', *Forests*, 11(1), 39. <https://doi.org/10.3390/f11010039>
- Vacek, Z., Cukor, J., Vacek, S., Gallo, J., Bažant, V. and Zeidler, A. (2023) 'Role of black pine (*Pinus nigra* JF Arnold) in European forests modified by climate change', *European Journal of Forest Research*, 142(6), pp. 1239–1258. <https://doi.org/10.1007/s10342-023-01605-5>
- Wu, C., Chen, D., Shen, J., Sun, X. and Zhang, S. (2021) 'Estimating the distribution and productivity characters of *Larix kaempferi* in response to climate change', *Journal of Environmental Management*, 280, 111633. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111633>
- Yatsyk, R.M., Brodovych, R.I., Stupar, V.I. and Oleksiv, T.M. (1994) 'Balsam fir in the Carpathian forests', *Forest Journal*, 6(166), pp. 7–8 (in Ukrainian).
- Yatsyk, R.M., Gaida, Y.I. and Hudyma, V.M. (2017) *Fundamentals of introduction and adaptation of tree and shrub species*. Ivano-Frankivsk: NAIR (in Ukrainian).

EXPERIENCE IN INTRODUCING THE MOST PROMISING EXOTIC CONIFEROUS SPECIES IN THE CARPATHIAN REGION

Sishchuk M. M.¹, Katsulyak Y. D.², Sishchuk N. M.³, Stambulska U. Ya.⁴

The experience of growing 12 species of five genera of four subfamilies of the Pinaceae in the Ukrainian Carpathians region was considered. In the area, 11 species are introduced: *Pinus koraiensis*, *P. sibirica*, *P. nigra*, *P. ponderosa*, *P. strobus*, *Picea pungens*, *Larix kaempferi*, *Pseudotsuga menziesii*, *Abies balsamea*, *A. concolor*, *A. grandis*. *Larix decidua* is a native species in the Transcarpathian region, and from the Ciskarpattia and further east, an introducer. The introduction of *Ps. menziesii*, *L. decidua* and *L. kaempferi* is at the stage of naturalization. Their fast growth, productivity, early and abundant seed production, resistance to pathogens and phytophagous insects have been confirmed. There are objects of a permanent forest seed base. The introduction of *A. balsamea*, *A. grandis* and *P. koraiensis* is at the stage of adaptation; there are no permanent forest seed base objects. *P. strobus* is recommended to be used in forest plantations on southern slopes (800 m above sea level) up to 10–15%, as well as in recreational and health forests and in horticultural and park management, providing fencing or protection from vertebrate pests with repellents.

Keywords: Ukrainian Carpathians, introduced species, exotic species, forest plantations, permanent forest seed base.

Дата надходження рукопису 21.11.2025

Дата прийняття до друку 19.12.2025

Дата публікації 29.12.2025

¹ Sishchuk Marjana, PhD (Agricultural Sciences), Ukrainian Research Institute of Mountain Forestry named after P.S. Pasternak, 31 Hrushevsky Street, Ivano-Frankivsk, 76015, Ukraine. E-mail: maryanasishuk@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3141-0737>

² Katsulyak Yuri, PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Ukrainian Research Institute of Mountain Forestry named after P.S. Pasternak, Ukrainian Research Institute of Mountain Forestry named after P.S. Pasternak, 31 Hrushevsky Street, Ivano-Frankivsk, 76015, Ukraine. maryanasishuk@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4152-6741>

³ Sishchuk Nataliia, PhD (Agricultural Sciences), Dzvyyniach Lyceum of the Dzvyyniach Village Council, 10A Shevchenko Street, Dzvyyniach, 77750, Ivano-Frankivsk region, Ukraine. E-mail: s.natyla1987@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3872-3311>

⁴ Stambulska Uliana, PhD (Biological Sciences), Ukrainian Research Institute of Mountain Forestry named after P.S. Pasternak, 31 Hrushevsky Street, Ivano-Frankivsk, 76015, Ukraine. E-mail: ustambulska@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1020-7112>

* Correspondence: maryanasishuk@gmail.com

**ЛІСОВІДТВОРЕННЯ, АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ,
ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ**

УДК 630.114 : 631.452

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.147.2025.57>



**МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ МОНІТОРИНГУ ЛІСОВИХ ҐРУНТІВ
В УКРАЇНІ**

С. П. Распопіна^{1*}, І. Ф. Букша², Т. С. Пивовар³

Найвідомішою програмою моніторингу лісів у регіоні Європейської Економічної Комісії ООН, що передбачає моніторинг лісових ґрунтів, є програма ICP Forests. В Україні координаційним національним центром моніторингу лісів у рамках програми ICP Forests вже понад 30 років є УкрНДІЛГА ім. Г. М. Висоцького. У статті наведено основні принципи, методичні аспекти та проблеми з організації моніторингу лісових ґрунтів на всіх етапах його проведення відповідно до вимог програми ICP Forests. Спостереження проводять на ділянках моніторингу I та II рівня згідно з переліком обов'язкових і факультативних показників ґрунту. Ґрунтові дослідження складаються з декількох етапів: 1) натурний, 2) аналітичний, 3) верифікація результатів у лабораторних інтеркалібраційних тестуваннях. Натурні дослідження проводять за методикою польових досліджень ґрунтів ФАО (2006). Таксономічну назву ґрунту надають відповідно до Міжнародної системи класифікації ґрунтів на основі Світової реферативної бази ґрунтових ресурсів (World Reference Base for Soil Resources, WRB). Аналітичні дослідження здійснюють за рекомендованими стандартизованими методиками з використанням сучасних приладів. Верифіковані результати аналітичних вимірювань зберігаються в базах даних.

Ключові слова: ICP Forests, обов'язкові показники ґрунту, факультативні показники ґрунту, стандартизовані методики.

Вступ. Моніторинг лісових ґрунтів є надзвичайно важливим компонентом забезпечення сталого розвитку, надто в умовах сучасних екологічних викликів, таких як зміна клімату і збільшення антропогенного тиску на природні екосистеми. В Україні, особливо з урахуванням наслідків бойових дій, які погіршують стан земель через забруднення або деградацію, моніторинг ґрунтів стає не лише науковою, але й соціально значущою потребою. Наявність системи моніторингу дає змогу своєчасно виявити та оцінити негативні зміни в стані ґрунтів, попереджати ці зміни та вживати заходів для їхнього збереження й відновлення, що має важливе значення для довгострокового управління лісовими ресурсами та підтримання належного стану навколишнього середовища.

Найбільшою тривалою системою натурального (наземного) моніторингу стану лісових екосистем в Європі є Міжнародна спільна програма з оцінювання та моніторингу впливу забруднення повітря на ліси (ICP Forests), заснована у 1985 р. в межах Конвенції СЕК ООН (Європейська економічна комісія Організації Об'єднаних Націй) про транскордонне забруднення повітря (Ferretti *et al.*, 2024). Програма об'єднує 42 країни і функціонує на двох

¹ Распопіна Світлана Петрівна, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна; доцент кафедри лісових культур, меліорацій та садово-паркового господарства, Державний біотехнологічний університет, вул. Алчевських, 44, Харків, 61002, Україна. E-mail: s_raspopina@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1880-9364>

² Букша Ігор Федорович, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. E-mail: buksha@uriffm.org.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7198-6485>

³ Пивовар Тетяна Сергіївна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. E-mail: pyvovartatiana@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7250-8549>

*Адреса для кореспонденції: s_raspopina@ukr.net

рівнях. Екстенсивний моніторинг (рівень І) охоплює близько 6 000 ділянок на сітці 16×16 км, що забезпечує репрезентативне оцінювання стану лісів у просторі та часі. Інтенсивний моніторинг (рівень ІІ), який здійснюють на понад 600 ділянках, передбачає комплексне вимірювання фізико-хімічних, біологічних і кліматичних параметрів із метою виявлення причинно-наслідкових зв'язків. Ключовими складовими дослідження є: стан крон дерев, хімія ґрунтів і ґрунтового розчину, хімічний склад листя, склад і стан рослинності, атмосферні опади, фенологія, ріст дерев, лісова підстилка та якість повітря. Всі дослідження виконують відповідно до методик, викладених у посібнику ICP Forests (*Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis*, 2016; 2020), який періодично оновлюють, із дотриманням процедур забезпечення якості, що охоплюють інтеркалібраційні дослідження як для лабораторних аналізів, так і візуальних оцінок, зокрема стану крон.

У реалізації програми ICP Forests також бере участь і Україна. Національним координаційним центром моніторингу лісів вже понад 30 років є УкрНДІЛГА ім. Г. М. Висоцького. Моніторинг лісів проводять в Україні за методиками, гармонізованими з міжнародними протоколами, однак він є частковим та стосується насамперед блоку візуального оцінювання стану крон (Buksha *et al.*, 2017, 2019). Мережа моніторингу І рівня охоплює понад 1 500 ділянок (Ryvov *et al.*, 2019). Зібрані дані є частиною аналізу просторово-часових трендів стану лісів, які узагальнювали та надавали до ICP Forests. Після 2016 р. широкомасштабні моніторингові спостереження призупинено через закінчення дії цільової Державної програми «Ліси України» на 2010–2015 рр., тому з цього періоду та дотепер моніторинг лісів проводять лише в рамках науково-дослідних робіт на окремих ділянках.

Національною законодавчо-нормативною базою та міжнародними зобов'язаннями України передбачено проведення моніторингу й національної інвентаризації лісів (НІЛ). Починаючи з 2021 р. в Україні розпочалися роботи з НІЛ, які містять зокрема блок із оцінювання лісових ґрунтів (*Procedure for Conducting a National Forest Inventory*, 2021). Постановою № 684 13 червня 2024 р. Кабінет Міністрів України затвердив «Порядок функціонування державної системи моніторингу довкілля та її підсистем», що містить підсистему моніторингу лісів (*Procedure for the functioning of the state environmental monitoring system and its subsystems*, 2024). Порядок функціонування моніторингу лісів наразі знаходиться на етапі доопрацювання.

Порядком проведення моніторингу земель і ґрунтів (*Procedure for Conducting Land and Soil Monitoring*, 2024) визначено основні принципи, на яких він базується: актуальність, об'єктивність, достовірність і повнота відомостей про землі та ґрунти; інтегрування даних, одержаних із різних джерел; гармонізація з європейськими та міжнародними системами моніторингу довкілля; відкритість і доступність відомостей, законність їхнього одержання, поширення та зберігання; інноваційність. Основна мета моніторингу лісових ґрунтів – оцінювання змін їхнього стану в лісових екосистемах під впливом природних та антропогенних чинників (зокрема – з урахуванням впливу військової агресії РФ проти України) задля вчасного виявлення негативних змін стану ґрунтів, запобігання їхній деградації та негативному впливу на лісові насадження.

Натепер дослідження лісових ґрунтів в Україні мають фрагментарний характер. Системний моніторинг лісових ґрунтів (подібний до моніторингу ґрунтів агроценозів задля агрохімічної сертифікації кожні п'ять років) – відсутній. Отже, лісові ґрунти залишаються поза увагою системних досліджень, що створює критичний інформаційний дефіцит щодо їхнього стану та динаміки властивостей унаслідок впливу численних негативних чинників довкілля.

Мета досліджень – проаналізувати основні методичні положення, актуальні вимоги та основні проблеми з проведення й організації моніторингу лісових ґрунтів в Україні в рамках Програми ICP Forests.

Результати. Аналіз методики моніторингу лісових ґрунтів, викладеної в останньому посібнику ICP Forests (*Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis*, 2020) свідчить, що дослідження лісових ґрунтів розглядають як важливу складову програми моніторингу лісів. Спостереження за ґрунтами здійснюють на ділянках I рівня та II рівня моніторингу лісів.

Мета моніторингу ґрунтів на ділянках моніторингу I рівня:

- 1) оцінювання базової інформації про хімічний стан ґрунту та його зміни з часом;
- 2) оцінювання властивостей ґрунту, які визначають чутливість лісових ґрунтів до забруднення повітря (наприклад, стан підкислення);
- 3) оцінювання стану лісових ґрунтів у Європі (основна мета репрезентативного обстеження ґрунтів), що уніфікує дані для міжнародного порівняння на основі використання однакових методів відбору та аналізу зразків ґрунту в усій мережі;
- 4) отримання опосередкованої інформації щодо зміни клімату (наприклад, інвентаризація поглинання вуглецю) та сталого ведення лісового господарства (наприклад, дослідження балансу поживних речовин і водного балансу).

Моніторинг ґрунтів II рівня (*Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis*, 2020) передбачає проведення розширеного спектра досліджень ґрунтів на постійних ділянках, що разом із дослідженнями інших компонентів лісу надає можливість комплексно оцінити загальний стан лісової екосистеми. Комплексні, системні дослідження є важливими для розуміння ролі лісових ґрунтів у причинно-наслідкових зв'язках, а також у функціонуванні лісових екосистем і наданні ними різнобічних екологічних послуг.

Розширені дослідження ґрунтів (на ділянках II рівня) охоплюють:

- 1) надання загальної характеристики ґрунту;
- 2) оцінювання стану ґрунту;
- 3) аналіз ґрунтових процесів та їхньої динаміки в довгостроковій перспективі.

Першим етапом досліджень ґрунтів на обох рівнях моніторингу є натурні (польові) роботи, що передбачають:

- 1) вибір репрезентативної ділянки;
- 2) закладання та опис ґрунтового профілю за морфологічними ознаками (педологічна характеристика);
- 3) відбирання зразків для аналітичних досліджень.

Моніторинг лісових ґрунтів у рамках Програми ICP Forests (*Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis*, 2020) потребує обов'язкового дотримання методичних вимог на всіх зазначених етапах досліджень, про основні з яких йтиметься далі.

На першому етапі ґрунтових досліджень на ділянках моніторингу надають загальну характеристику ґрунту (педологічна характеристика). Таке оцінювання здійснюють лише один раз; воно складається з детального морфологічного опису профілю за ґрунтовими горизонтами, доповненого відбором зразків. Морфологічний опис ґрунту передбачає дослідження як органічної його частини, зокрема відмерлої фітомаси (лісової підстилки, оторфованих горизонтів), так і мінеральної.

До 2021 р. педологічна характеристика була обов'язковою лише для ділянок моніторингу II рівня (*Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis*, 2016), а відповідно до останніх вимог її вже додано до переліку основних параметрів на ділянках I рівня (*Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis*, 2020). Отже, педологічна характеристика містить детальний морфологічний опис принаймні одного ґрунтового профілю за горизонтами, охоплюючи материнську породу, відповідно до Інструкції з описання ґрунтів (*Guidelines for soil description*, 2006). Після опису ґрунту йому надають таксономічну назву за останньою

офіційною версією Світової реферативної бази ґрунтових ресурсів (World Reference Base for Soil Resources (WRB)) (IUSS Working Group WRB, 2022). Натеper існують чотири версії цієї класифікації. Перша версія WRB – FAO (1998), друга – IUSS Working group WRB (2006), третя – IUSS Working group WRB (2014/2015), четверта (остання) версія WRB – IUSS Working group WRB (2022).

Коротко охарактеризуємо сутність таксономічної класифікації ґрунтів за WRB, яка докорінно відрізняється від національної. Вона має два таксономічні рівні.

1. Перший рівень містить 32 реферативні групи ґрунту (РГГ), які здебільшого різняться за типовими ґрунтовими властивостями та є результатом основних ґрунтоутворювальних процесів, за винятком тих випадків, коли визначальними є особливості материнських порід.

2. Другий рівень містить перелік РГГ зі списками головних і додаткових кваліфікаторів (показників) для кожної групи. На другому рівні (РГГ з кваліфікаторами) ґрунти ранжують за ознаками, що відображають результати будь-якого додаткового ґрунтоутворювального процесу, який має значний вплив на основні властивості ґрунту. Здебільшого беруть до уваги такі властивості ґрунтів, від яких залежить їхнє використання. Отже, групування за РГГ (перший рівень) ґрунтує на основних ознаках ґрунтів, зумовлених факторами або процесами ґрунтоутворення. Другий рівень – це реферативні ґрунтові групи з певними кваліфікаторами.

За системою WRB розрізняють основні (principal qualifiers) та додаткові (supplementary qualifiers) кваліфікатори. Основні кваліфікатори є найважливішими для подальшої характеристики кожної конкретної РГГ. Їх ранжовано в порядку пріоритетності для цієї РГГ. Натомість додаткові кваліфікатори, що містять інформацію про специфічні (індивідуальні) властивості ґрунтів, не ранжовано, а перераховано за абеткою. Виняток становлять кваліфікатори гранулометричного складу, розміщені на початку переліку. На основі використання основних і додаткових кваліфікаторів складають таксономічні назви одиниць другого рівня. Кожна РГГ має певний пакет кваліфікаторів.

Система WRB (IUSS Working Group WRB, 2022) дає змогу відобразити більшість властивостей ґрунту в його повній інформативній назві, тому її вважають доволі надійною. Ґрунти з незначною кількістю кваліфікаторів (показників) мають короткі назви, з багатьма – зокрема полігенетичні – довгі назви. Дефіцит даних не обов'язково призводить до суттєвої похибки в таксономічній назві ґрунту. Якщо один кваліфікатор помилково додано або не враховано через неповноту даних, то решта кваліфікаторів дають змогу доволі об'єктивно оцінити основні лісорослинні властивості ґрунту. Наведемо приклад алгоритму формулювання назви ґрунту в системі WRB, що за національною класифікацією визначено як лучно-чорноземний поверхнево-середньосолонцюватий (Solovey and Lebed, 2018). Згідно з діагностичними критеріями ключа-визначника WRB (наявність горизонтів chernic, calcic (горизонт акумуляції карбонатів кальцію у верхній частині профілю)) ґрунт належить до РГГ Chernozems. Оглеєння ґрунту у нижній його частині (охристі плями на фоні сизувато-блакитного забарвлення) згідно із системою WRB потребує застосування кваліфікатора «Gleyic»; наявність вираженого горизонту argic (ілювіальний горизонт) – кваліфікатора «Luvic», а концентрація обмінного Na понад 6 % від ємності катіонного обміну (середньосолонцюватий рівень) – «Sodic», який є додатковим кваліфікатором, тому береться у дужки. Отже, назва лучно-чорноземного поверхнево-середньосолонцюватого ґрунту за класифікацією WRB трактується як Luvic Gleyic Chernozems (Sodic) (Solovey and Lebed, 2018).

Педологічна характеристика ґрунту містить опис горизонтів за такими морфологічними ознаками: межі горизонтів, колір, строкатість, редоксиморфні (окислювально-відновлювальні) особливості, текстура, уламки гірських порід, андичний (вулканічний) матеріал, структура, послідовність, кутани, пористість, зв'язність, ущільнення, конкреції, коріння та інші біологічні складові, карбонати, гіпс, легкорозчинні солі, домішки, новоутворення, характер переходу між горизонтами, індекс (позначення) ґрунтового

горизонту. Обов'язковою є фотофіксація загального профілю ґрунту та окремих його горизонтів.

Наведений пакет морфологічних показників (IUSS Working Group WRB, 2022) здебільшого містить такі самі ознаки, які використовують в Україні для опису профілю ґрунту за генетичними горизонтами (Polupan *et al.*, 1981). Водночас він має особливості, на яких ми зацентруємо увагу. Однією з найважливіших морфологічних ознак ґрунту, яка дає можливість його діагностувати, є зміна забарвлення окремих горизонтів у межах ґрунтового профілю. Колір (забарвлення) слід реєструвати як у сухому, так і вологому стані (зволожуючи штучно пульверизатором). В Україні колір ґрунту визначають візуально (окомірно). Визначення кольору під час моніторингу лісових ґрунтів за Програмою ICP Forests має відбуватися шляхом використання системи кольорів і кодування Манселла (*Munsell soil color charts*, 2000), яка містить цифровий код і стандартизовану назву кольору. Приклад назви кольору горизонту: Сірувато-коричневий 10YR 5/2 (вологий) і світло-коричнево-сірий 10YR 6/2 (сухий); де 10YR (жовтувато-червоний) – це відтінок, 5 (або 6) – значення і 2 – кольоровість.

Ґрунтові горизонти позначають певним символом (індексом); вони характеризуються пакетом морфологічних критеріїв, за допомогою яких їх ідентифікують. Індксація горизонтів, вжита в класифікації WRB, відрізняється від національної системи індексів (табл. 1). Зауважимо, що згідно з вимогами моніторингу лісових ґрунтів для позначення мінеральних горизонтів ґрунту застосовують індексацію ФАО (*Guidelines for soil description*, 2006), тоді як для органічних горизонтів залишено класичні позначення, прийняті у європейському лісівничому співтоваристві (*Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis*, 2016; 2020). Так, шари лісової підстилки позначають як OL, OF і OH, а шари торфу (оторфованого матеріалу) – Hf, Hfs, Hs).

Педологічна характеристика супроводжується відбиранням проб із ідентифікованих горизонтів для подальшого аналітичного дослідження ґрунту. Із кожного такого горизонту достатньо відібрати один зразок. Якщо аналізують більше одного зразка, то слід зазначати отримане середнє значення параметра.

Органічний шар, розташований на поверхні ґрунту, відбирають окремо від мінеральних шарів, а поховані органічні шари – так само, як і мінеральні. Слід звернути увагу на правильне відокремлення органічного шару від мінеральних горизонтів ґрунту, яке хоча й виконують у натурних умовах, проте перевіряють у лабораторії відповідно до міжнародних критеріїв. Критерієм діагностики органічного ґрунтового матеріалу є вміст органічного вуглецю понад 20 % (за масою) у сухих зразках. Мінеральна фракція такого матеріалу становить невелику частину об'єму матеріалу і здебільшого є набагато меншою за половину маси. Якщо відокремлення виконано неправильно, відбір зразка необхідно повторити. За можливістю органічні й мінеральні шари слід відбирати в тих самих місцях, тобто відбір зразків мінеральних горизонтів ґрунту здійснювати там, де був знятий зразок органічного шару.

Одним із обов'язкових показників ґрунту для визначення на обох рівнях моніторингу є вміст органічного вуглецю. У мінеральних ґрунтах зразки відбирають на фіксованій глибині. Верхня межа мінерального ґрунту відповідає нульовому контрольному рівню вимірювання глибини. Загалом на ділянках моніторингу I рівня органічний вуглець визначають у змішаному зразку лісової підстилки (OF+OH), а також у мінеральних горизонтах на глибині 0–10, 10–20, 20–40 см, а на ділянках II рівня додатково відбирають зразок із глибини 40–80 см. Кількість зразків регламентовано вимогами для ділянок моніторингу певного рівня. Так, на I рівні для кожного шару ґрунтовым буром відбирають п'ять підзразків (дозволено зробити об'єднану пробу з п'яти), а на II рівні – мінімум 24 підзразки, які об'єднують щонайменше в три композитні зразки (тобто три композитних зразки з кожних восьми підзразків або чотири композитні зразки з кожних шести підзразків).

Таблиця 1

Відповідність основних індексів ґрунтових горизонтів класифікації WRB
та національної класифікації ґрунтів. Діагностичні критерії ґрунтових горизонтів

Table 1

Correlation of the main symbols of soil horizons according to the WRB classification to the symbols
of the national soil classification. Diagnostic criteria of soil horizons

Індекс ґрунтового горизонту Soil horizon symbol		Діагностичні критерії ґрунтових горизонтів Diagnostic criteria of soil horizons
WRB	Ukraine	
H	T	Торфовий, оторфований матеріал. Органічний або органо-технічний шар, який не входить до складу підстилки; насичений водою понад 30 днів поспіль упродовж більшої частини року або осушений. Зазвичай його розглядають як торф'яний, або органічний озерний шар.
O*	Ho	Лісова підстилка, що є переважно органічним матеріалом зі свіжого, частково або повністю розкладеного фітодетриту (листя, хвої, гілок, мохів і лишайників), який накопичився на поверхні; може знаходитися поверх мінерального або органічного ґрунту. Поділяється на підгоризонти: листовий (нерозкладений) (OL), ферментації (OF) та гуміфікації (перегнійний) (OH).
A	H	Мінеральний горизонт на поверхні ґрунту, або похований горизонт; містить органічну речовину, яка була принаймні частково змінена <i>in situ</i> ; структура ґрунту та/або структурні елементи є результатом обробки на $\geq 50\%$. Оброблені мінеральні шари позначають як A, навіть якщо перед обробкою їх було віднесено до іншого шару.
E	E	Елювіальний, горизонт вимивання – мінеральний горизонт, основною особливістю якого є втрата силікатної глини, заліза, алюмінію, органічної речовини або їхньої комбінації, що призводить до концентрації частинок піску, і в якому вся первісна структура материнського матеріалу або більша її частина знищена. Зазвичай є світлішим за кольором, ніж верхній (A) та нижній (B) горизонти.
B	I	Ілювіальний, горизонт вмивання – мінеральний горизонт, який сформувався нижче від горизонтів A або E; скелетна частина породи, якщо вона є, становить менше ніж 50 % (за обсягом від дрібнозему); має ознаки певних ґрунтових процесів (агрегатованість, утворення глинистих мінералів та/або оксидів, акумуляція: Fe, Al та/або Mn, органічних речовин, кремнезему, карбонатів, гіпсу; або видалення карбонатів/гіпсу. Ущільнений, часто набуває бурокоричневого забарвлення.
C	P	Горизонт, що можливо різати лопатою в мокрому стані (за винятком твердих корінних порід), який зазнав незначного впливу педогенетичних процесів (відсутні властивості горизонтів H, O, A, E, B). Коріння рослин може проникати в горизонт C, який є важливим середовищем для росту.
R	–	Тверда щільна гірська порода, що лежить в основі ґрунту. Граніт, базальт, кварцит, вапняк або піщаник – це приклади корінних порід, які позначають як R.
I	–	$\geq 75\%$ льоду (за об'ємом, по відношенню до загального шару ґрунту), постійний, під шаром H, O, A, E, B або C.
W	–	Вода над поверхнею ґрунту або між шарами може сезонно замерзати.

Примітка. O* – індекс позначає лісову підстилку (відповідно до методичних положень Програми ICP Forests).

Note. O* – the index denotes forest litter (in accordance with the methodological provisions of the ICP Forests Programme).

Після надання педологічної характеристики у відібраних зразках проводять аналітичні визначення ключових показників, що дають змогу дослідити перебіг ґрунтових процесів, якість і динаміку властивостей ґрунту та їхній вплив на лісові насадження в довгостроковій перспективі.

Ґрунтові показники об'єднано у п'ять груп:

1) фізико-хімічні – впливають на ріст і розвиток лісових рослин (рН, вміст гумусу, вміст макроелементів (N, P, K, Ca, Mg, S), вміст мікроелементів (Fe, Mn, Cu, Zn), сума обмінних катіонів (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+), буферна здатність, щільність, пористість, солонцюватість);

2) біологічні – підтримують життєздатність і біорізноманіття ґрунтового середовища (біомаса ґрунтових мікроорганізмів і безхребетної фауни, активність ферментів ґрунту, рівень розвитку мікоризи тощо);

3) токсичні речовини та забруднювачі (пестициди, нафтопродукти, важкі метали (Cd, Pb, Hg, As тощо), радіонукліди тощо);

4) показники, що оцінюють втрати ґрунту та руйнацію його структури внаслідок ерозійний процесів;

5) індикатори забруднення повітря, що впливають на стан ґрунтів (оксиди сірки (SO_x), азоту (NO_x), важкі метали тощо).

Зазначені показники здебільшого є обов'язковими для визначення на ділянках моніторингу як II, так і I рівнів. Проте якщо на ділянках моніторингу I рівня їхнє вимірювання обмежено двома горизонтами 0–10 та 10–20 см, то на ділянках II рівня глибина досліджуваного шару збільшується до 80 см (табл. 2). Зразки аналізують за чітко регламентованими методиками. Для кожного показника рекомендовано застосовувати певний аналітичний метод вимірювання, яке проводять за ISO стандартами (Міжнародна організація зі стандартизації (International Organization for Standardization)).

Таблиця 2

Параметри ґрунту, що потребують визначення на ділянках моніторингу I та II рівнів

Table 2

The soil parameters requiring determination on of Level I and Level II monitoring plots

Параметри ґрунту Soil parameters	Органічний шар Organic layer	Мінеральний шар, см Mineral layer, cm			
	OF+OH	0–10	10–20	20–40	40–80
Маса органічного шару Mass of organic layer	I, II	–	–	–	–
Грубі фрагменти Coarse earth fraction	–	I, II	I, II	I, II	Ф*
Щільність дрібнозему Fine earth density	–	I, II	I, II	I, II	Ф
Гранулометричний склад (ФАО, 1990) Granulometric composition (FAO, 1990)	–	I, II	I, II	II	II
Вміст глини Clay content	–	I, II	I, II	II	II
Вміст мулу Silt content	–	II	II	II	II
Вміст піску Sand content	–	II	II	II	II
pH(CaCl_2)	I, II	I, II	I, II	II	II
pH(H_2O)	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф
Загальний органічний вуглець Total organic carbon	I, II	I, II	I, II	I, II	I, II
Загальний азот Total nitrogen	I, II	I, II	I, II	I, II	I, II
Карбонати Carbonates	I, II	I, II	I, II	Ф	Ф
P, Ca, K, Mg, Mn Aq, екстраговані царською горілкою P, Ca, K, Mg, Mn Aq, extracted with aqua regia	I, II	Ф	Ф	Ф	Ф

Продовження табл. 2

Table 2 (Continued)

Параметри ґрунту Soil parameters	Органічний шар Organic layer	Мінеральний шар, см Mineral layer, cm			
	OF+OH	0–10	10–20	20–40	40–80
Cu, Pb, Cd, Zn P, Ca, K, Mg, Mn Aq, екстраговані царською горілкою Cu, Pb, Cd, Zn P, Ca, K, Mg, Mn Aq extracted with aqua regia	I, II	I, II	–	–	–
Al, Fe, Cr, Ni, S, Hg, Na, P, Ca, K, Mg, Mn Aq, екстраговані царською горілкою Al, Fe, Cr, Ni, S, Hg, Na, P, Ca, K, Mg, Mn Aq, extracted with aqua regia	Ф	Ф	–	–	–
Обмінна кислотність, H ⁺ Exchangeable acidity, H ⁺ Обмінні катіони: Al, Fe, Mn Exchangeable cations: Al, Fe, Mn	I, II	I, II	I, II	II	II
Обмінні катіони: Ca, Mg, K, Na Exchangeable cations: Ca, Mg, K, Na	I, II	I, II	I, II	II	II
Загальні: Ca, Mg, Na, K, Al, Fe, Mn Total: Ca, Mg, Na, K, Al, Fe, Mn	–	Ф	Ф	Ф	Ф
Fe, Al, що вилучаються оксалатом Fe, Al, oxalate extractable	Ф	II	II	II	II
Вилучення оксалатів P Oxalate extractable P	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф

Примітка. Ф – необов'язковий (факультативний) для визначення параметр.

Note: Ф is an optional parameter for determination.

Методи визначення фізико-хімічних показників здебільшого потребують наявності сучасної інструментально-приладової бази (табл. 3).

Таблиця 3

Методи та прилади для визначення фізико-хімічних параметрів ґрунту

Table 3

Methods and instruments for determining physical and chemical parameters of soil

Параметри Parameters	Методи аналізу ¹ Analysis methods	
	ISO	Метод(и) вимірювання ² , обладнання Measurement method(s), equipment
Гранулометричний склад Granulometric composition		Лазерний дифракційний аналізатор або автоматичний-піпет-прилад Automated Soil Particle Size Analysis Laser Diffraction Analyzer or Automated Soil Particle Size Analysis
pH (CaCl ₂)	ISO 10390 (2005)	pH-електрод
pH (H ₂ O)		pH-електрод
Загальний азот Total Nitrogen	ISO 13878 (1998)	Сухе спалювання Dry combustion
	ISO 11261 (1995)	Модифікований К'ельдаля ³ Modified Kjeldahl ³
Загальний органічний вуглець Total organic Carbon	ISO 10694 (1995)	Сухе згоряння за t° ≥ 900 °C Dry combustion at t° ≥ 900 °C
Карбонати Carbonates	ISO 10693 (1994)	Кальциметр Calcimeter
P	ISO 11466 (1995)	ICP Колориметрія Colorimetry

Продовження табл. 3

Table 3 (Continued)

Параметри Parameters		Методи аналізу ¹ Analysis methods		
		ISO	Метод(и) вимірювання ² , обладнання Measurement method(s), equipment	
K, Ca, Mg, Mn				AAS (атомно-абсорбційний спектрофотометр) AAS (atomic absorption spectrophotometer)
Важкі метали: Cu, Cd, Pb, Zn Heavy metals: Cu, Cd, Pb, Zn				
Інші: Al, Fe, Cr, Ni, Na, Hg Other: Al, Fe, Cr, Ni, Na, Hg				
S				CNS – аналізатор CNS analyzer
Вільна кислотність (або сума Al, Fe, Mn and free H+) та вільний H+ Free acidity (or sum of Al, Fe, Mn and free H+) and free H+		ISO 11254 (1994) модифікований ISO 11254 (1994) modified	титрування до pH 7,8 або "німецький" метод titration to pH 7.8 or "German" method	
Обмінні катіони Exchangeable cations	Al, Fe, Mn	ISO 11260 (1994) модифікований ISO 11260 (1994) modified	AAS	-
	K, Ca, Mg, Na			FES (полумєневий фотометр) FES (Flame Photometer)
Оксалати Fe та Al, що витягують P Fe and Al oxalates extracting P		ISRIC (2002)	ICP	AAS
Загальні форми: Ca, Mg, Na, K, Al, Fe, Mn Total forms: Ca, Mg, Na, K, Al, Fe, Mn		ISO 14869-1 (2001)		

Примітки: 1. Опис методів наведено в Додатку 1 до Посібника (*Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis*, 2020).

2. Для вимірювання низки параметрів існують кілька альтернативних варіантів обладнання, яке можна використовувати.

3. Метод модифікований К'ельдаля передбачає наявність системи швидкого інфрачервоного спалювання та автоматичної дистиляційної системи.

Notes: 1. The methods are described in Appendix 1 to the Manual (*Manual on methods and criteria for harmonised sampling, assessment, monitoring and analysis*, 2020).

2. There are several alternative equipment options that can be used to measure a number of parameters.

3. The modified Kjeldahl method requires a rapid infrared combustion system and an automatic distillation system.

Результати аналітичних визначень параметрів ґрунту обов'язково мають бути верифіковані. Верифікацію здійснюють шляхом участі лабораторії в інтеркалібраційних тестуваннях. Аналітичні результати вважають достатньої якості, якщо лабораторія отримала кваліфікацію за відповідним параметром (параметрами) після участі в Міжлабораторних порівняннях FSCC (Forest Soil Coordinating Centre – Координаційний центр з дослідження лісових ґрунтів). Міжлабораторні порівняння хімічного складу ґрунту мають охоплювати щонайменше п'ять зразків ґрунту (мінеральних та органічних). Якщо результати не менш ніж 50 % протестованих еталонних зразків знаходяться в допустимих межах, то лабораторія має право аналізувати відповідний параметр, а результати дослідження можуть бути передані до центральної бази даних (Європейське центральне сховище даних у Координаційному центрі ICP Forests Programme). Зауважимо, що наш досвід участі в подібних тестуваннях свідчить, що це дуже великий обсяг роботи, співставний з обсягами безпосередніх вимірювань параметрів ґрунту за чинною програмою моніторингу ґрунтів (або навіть більший).

Висновки. Моніторинг лісових ґрунтів є критично важливим для забезпечення сталого управління лісовими екосистемами загалом та у післявоєнний період зокрема, особливо

в умовах змін клімату, збільшення антропогенного навантаження та в контексті інтеграції України до Євросоюзу. Для забезпечення розбудови та належного функціонування моніторингу лісових ґрунтів потрібно:

1) удосконалити законодавчо-нормативну базу щодо моніторингу лісів, підготувати та затвердити на відповідному рівні Порядок його проведення, який регламентує вимоги до моніторингу лісових ґрунтів;

2) посилити інституційний, технічний та експертний потенціал відповідних суб'єктів моніторингу лісів, зокрема – забезпечити ґрунтові лабораторії сучасною інструментально-приладовою базою, створити умови для залучення до робіт із моніторингу перспективних фахівців;

3) удосконалити науково-методичне забезпечення моніторингу ґрунтів із урахуванням поточних (гармонізації національної та міжнародної (WRB) класифікацій ґрунтів, наслідків повномасштабної воєнної агресії РФ на території України) та майбутніх викликів, зокрема – потреб цифровізації моніторингу, вимог Європейського Союзу, наукової підтримки діяльності щодо запобігання та адаптації до зміни клімату тощо;

4) актуалізувати освітньо-професійні програми (ОПП) вищої освіти за спеціальністю «Лісове господарство» через введення навчального курсу, що вивчає методику формулювання назв та ідентифікації ґрунтових одиниць за таксономічною класифікацією WRB, а також методичні підходи гармонізації WRB і національної систематизації ґрунтів;

5) забезпечити фінансування моніторингу лісів і лісових ґрунтів шляхом формування цільової бюджетної програми моніторингу лісів та залучення коштів від міжнародних донорів, зокрема GEF (Global Environmental Fund), FAO, World Bank тощо.

Функціонування системи моніторингу лісів в Україні забезпечить інформаційно-аналітичну підтримку сталого лісоуправління та сприятиме збереженню лісових екосистем в умовах антропогенних, післявоєнних та кліматичних змін довкілля.

Джерела фінансування. Статтю підготовлено авторами в межах виконання теми досліджень УкрНДЛГА № 8, замовником якої було Державне агентство лісових ресурсів України

Funding sources. The paper was prepared by the authors in the framework of a research plan of URIFFM (grant 0120U101894), which was supported by the State Forest Resources Agency of Ukraine.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Buksha, I.F., Pasternak, V.P. and Pyvovar, T.S. (2019). *Recommendations for the development of the state forest monitoring system of Ukraine*. Kharkiv: URIFFM. [(in Ukrainian)].
- Buksha, I.F., Pasternak, V.P., Pyvovar, T.S., Buksha, M.I. and Yarotsky, V.Yu. (2017) *Methodical materials for monitoring the level of forests and ensuring its quality*. Kharkiv: URIFFM (in Ukrainian).
- Ferretti, M., Gessler, A., Cools, N., Fleck, S., Guerrieri, R., Jakovljević, T., Nicolas, M., Nieminen, T.M. Pitar, D., Potočić, N., Raspe, S., Schaub, M., Schwärzel, K., Timmermann, V., Vejpustková, M., Vesterdal, L., Vanninen, P., Waldner, P., Zimmermann, L. and Sander, T.G.M. (2024) 'Perspectives: Resilient forests need joint forces for better inventorying and monitoring', *Forest Ecology and Management*, 561, 121875. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.121875>
- Guidelines for soil description* (2006). Rome: FAO. Available at: <https://www.fao.org/4/a0541e/a0541e.pdf> (Accessed: 20 September 2025).
- IUSS Working Group WRB (2022) *World reference base for soil resources: International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*. 4th edn. Vienna: International Union of Soil Sciences (IUSS).
- Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests* (2016). Edited by UN-ECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre. Eberswalde, Germany: Thünen Institute of Forest Ecosystems. Available at: <http://www.icp-forests.net/page/icp-forests-manual> (Accessed: 20 September 2025).
- Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests* (2020). Edited by UN-ECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre. Eberswalde, Germany: Thünen Institute of Forest Ecosystems. Available at: [https://www.icp-](https://www.icp-forests.net/page/icp-forests-manual)

forests.org/pdf/manual/2020/ICP_Manual_part04_2020_Crown_version_2020-3.pdf (Accessed: 20 September 2025).

Munsell soil color charts (2000). The year 2000 revised washable edition. Michigan, USA: Munsell Color.

Polupan, N.I., Nosko, B.S. and Kuzmichev, V.P. (eds) (1981) *Field guide to soils*. Kyiv: Urozhai. (in Russian).

Procedure for Conducting Land and Soil Monitoring (2024). Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 848 dated 23 July 2024. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-2024-%D0%BF#Text> (Accessed: 20 September 2025) (in Ukrainian).

Procedure for Conducting a National Forest Inventory (2021). Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 392 dated 21 April 2021. Available at: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennyporyadku-provedennya-nacionalnoyi-inventarizaciyi-lisiv-tavnesennya-zmini-392-210421> (Accessed: 20 September 2025) (in Ukrainian).

Procedure for the functioning of the state environmental monitoring system and its subsystems (2024). Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 684 dated 13 June 2024. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/684-2024-%D0%BF#Text> (Accessed: 20 October 2025) (in Ukrainian).

Pyvovar, T., Buksha, I., Pasternak, V. and Buksha, M. (2019) 'Results of the long-term crown condition survey on the UNECE ICP Forests monitoring plots Level I in Ukraine', in *Trends and events – Drought, extreme climate and air pollution in European forests*. Proceedings of the 8th ICP Forests Scientific Conference, Ankara, 13 June 2019, p. 12.

Solovey, V. and Lebed, V. (2018) 'Methodological basis of comparison of the national soil nomenclature with the international WRB', *Bulletin of Agricultural Science*, 102(5), pp. 15–23. Available at: https://agrovisnyk.com/index.php/agrovisnyk/article/view/2024_05_02 (Accessed: 20 September 2025) (in Ukrainian).

METHODOLOGICAL ASPECTS OF FOREST SOIL MONITORING ORGANISATION IN UKRAINE

Raspopina S. P.¹, Buksha I. F.², Pyvovar T. S.³

The most prominent forest monitoring programme within the United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) region that includes forest soil monitoring is the ICP Forests programme. In Ukraine, the Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration (URIFFM) has served as the national coordinating centre for forest monitoring under the ICP Forests programme for more than 30 years. The article outlines the main principles, methodological aspects, and challenges associated with organising forest soil monitoring at all stages of implementation in accordance with ICP Forests requirements. Observations are carried out on Level I and Level II monitoring plots according to the list of mandatory and optional soil indicators. Soil investigations comprise several stages: (1) field survey, (2) laboratory analysis, and (3) verification of results through laboratory intercalibration tests. Field studies are conducted following the FAO (2006) field soil research methodology. The taxonomic classification of soils is assigned according to the World Reference Base for Soil Resources (WRB). Analytical studies are performed using recommended standardised procedures and modern equipment. Verified analytical results are stored in dedicated databases.

Keywords: ICP Forests, mandatory soil indicators, optional soil indicators, standardised methodologies.

Дата надходження рукопису 22.09.2025

Дата прийняття до друку 28.10.2025

Дата публікації 29.12.2025

¹ Raspopina Svitlana, Dr. habil. (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine; Associate Professor, State Biotechnological University, Alchevskyh Street 44, Kharkiv, 61002, Ukraine. E-mail: s_raspopina@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1880-9364>

² Buksha Ihor, PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: buksha@uriffm.org.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7198-6485>

³ Pyvovar Tetiana, PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: pyvovartatiana@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7250-8549>

* Correspondence: s_raspopina@ukr.net



ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ ПІД ЧАС ВИРОЩУВАННЯ СІЯНЦІВ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО ІЗ ЗАКРИТОЮ КОРЕНЕВОЮ СИСТЕМОЮ У ПІВДЕННО-СХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

М. Г. Румянцев^{1*}, О. М. Даниленко², П. Б. Тарнопільський³, В. С. Ющик⁴

Наведено результати досліджень впливу добрив Partner Standard, «Покогумін», Rost Концентрат, Master, Help Rost, Brehil Multi, «Нутривант Плюс» та Rosasol у нормах, рекомендованих виробником препаратів, на біометричні показники, масу та вихід стандартних сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою. Виявлено, що кореневе або листкове підживлення розчинами зазначених добрив позитивно вплинуло на біометричні показники, масу та вихід стандартних однорічних сіянців дуба звичайного. Сіянці в дослідних варіантах перевершували контрольні за висотою надземної частини на 18–45 %, за діаметром на рівні кореневої шийки – на 25–52 %, за масою надземної частини – на 86–218 % та масою кореневої системи – на 5–213 %. Частка стандартних сіянців у всіх дослідних варіантах була більшою, ніж на контролі (86–100 % проти 82 %). Результати дослідження свідчать про доцільність застосування зазначених видів добрив під час вирощування сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою та подальшого використання вирощених рослин для лісовідновлення й лісорозведення.

Ключові слова: *Quercus robur* L., біометричні показники, маса сіянців, стандартні сіянці, підживлення.

Вступ. Відтворення дубових лісів в Україні відбувається переважно штучним способом – створенням лісових культур сіянцями із відкритою (ВКС) та закритою (ЗКС) кореневою системою або висіванням жолудів. Щорічні обсяги лісовідновлення дубових насаджень на підприємствах, підпорядкованих Державному агентству лісових ресурсів України, в середньому становлять близько 6,3 тис. га в рік, зокрема в Харківській області – майже 0,3 тис. га (Danylenko *et al.*, 2021b). Для забезпечення успішності штучного відновлення дубових насаджень надзвичайно актуальним завданням залишається вибір певного садивного матеріалу (Lukyanets *et al.*, 2022; 2023). Відомо, що важливою складовою лісокультурного виробництва, що забезпечує високу приживлюваність і збережуваність лісових культур, є стандартний садивний матеріал (Rasporina *et al.*, 2022).

Нині гостро постає питання щодо впровадження в лісокультурне виробництво інноваційних прийомів, які сприяють підвищенню ефективності штучного лісовідновлення, а саме – приживлюваності лісових культур (Rasporina *et al.*, 2022), зокрема з участю дуба звичайного (*Quercus robur* L.). Одним із таких прийомів може стати використання садивного матеріалу із ЗКС. Успішний ріст лісових культур дуба звичайного, створених сіянцями із ЗКС, порівнюючи з культурами, створеними сіянцями із ВКС, у Лісостепу України відзначено низкою досліджень (Lialin, 2014; Tovstukha *et al.*, 2017; Lukyanets *et al.*, 2022; 2023; Rumiantsev *et al.*, 2023; Vasylevskyi *et al.*, 2024).

¹ Румянцев Максим Григорович, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. E-mail: maxrum-89@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2245-2441>

² Даниленко Олег Миколайович, Державне підприємство «Харківська лісова науково-дослідна станція», с. Черкаська Лозова, 62300, Харківський р-н, Харківська обл., Україна. E-mail: dandik86@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7817-4299>

³ Тарнопільський Петро Богданович, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. E-mail: tarnopilsky@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8547-4843>

⁴ Ющик Віта Сергіївна, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. E-mail: vityay2715@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2472-3882>

* Адреса для кореспонденції: maxrum-89@ukr.net

Слід зауважити, що в Україні останніми роками відзначено тенденцію до збільшення обсягів вирощування садивного матеріалу головних лісоутворювальних порід із ЗКС, зокрема дуба звичайного, що має низку переваг, порівнюючи із традиційним садивним матеріалом (сіянцями із ВКС). До цих переваг насамперед належать: ефективне використання насіння, зібраного з об'єктів постійної лісонасінної бази; автоматизація виробничого процесу з вирощування садивного матеріалу, зокрема в сучасних лісових селекційно-насінних центрах; забезпечення неушкодженості кореневої системи під час садіння сіянців на лісокультурну площу; висока приживлюваність (на рівні 95–100 %) створених культур; суттєве подовження строків створення лісових культур тощо (Stanturf *et al.*, 1998; Lialin, 2014; Danylenko *et al.*, 2021b; Rumiantsev *et al.*, 2022; Vysotska *et al.*, 2022).

Для забезпечення оптимальних умов мінерального живлення під час вирощування сіянців, підвищення їхньої стійкості проти стресових факторів біотичної та абіотичної природи, а також поліпшення якості доцільно застосовувати різні добрива, зокрема комплексні. Відомо (Vysotska *et al.*, 2022), що сіянці дуба звичайного, вирощені із застосуванням добрив, характеризуються добре розвиненою кореневою системою та наземною частиною, накопичують значний уміст запасних поживних речовин, які використовують для формування кореневої системи та адаптації до нових умов після садіння на постійне місце. Ці переваги забезпечують, зокрема, високу приживлюваність та подальший інтенсивний ріст створених лісових культур.

О. J. Rotowa та ін. (Rotowa *et al.*, 2025b) підкреслюють практичну цінність застосування добрив у лісокультурному виробництві. Цей захід не лише забезпечує вирощування високоякісних сіянців у контейнерах, але також сприяє їхньому росту й підвищує стійкість проти негативних чинників навколишнього середовища.

Нині на ринку України наявний великий вибір сучасних добрив, зокрема комплексних, як іноземного, так і вітчизняного виробництва, які можуть бути доволі перспективними для використання в лісовому господарстві. Ці добрива характеризуються незначними рекомендованими нормами щодо використання, а тому є привабливими з економічного погляду, а також не завдають шкоди навколишньому середовищу, тому їх все ширше випробовують і в лісокультурному виробництві країни.

Різні добрива, зокрема комплексні, у великих обсягах застосовують у сільському господарстві для підвищення врожайності та якості зернових, овочевих, баштанних та ягідних культур. Набагато менше відомо про вплив таких добрив на ріст і розвиток сіянців деревних порід.

Дослідження впливу добрив під час вирощування сіянців дуба звичайного можуть стати науковою основою розроблення інтенсивних технологій вирощування високоякісного стандартного садивного матеріалу, стійкого проти стресових факторів біотичної та абіотичної природи.

Мета досліджень – визначити біометричні показники, масу надземної частини та кореневої системи однорічних сіянців дуба звичайного із ЗКС, а також вихід стандартних сіянців у разі застосування добрив під час вирощування рослин.

Матеріали й методи. Ефективність впливу кореневого та листового підживлення розчинами випробовуваних добрив на біометричні показники, масу та вихід стандартних однорічних сіянців дуба звичайного із ЗКС досліджували у 2023 р. у теплично-розсадницькому відділенні Південного лісництва ДП «Харківська ЛНДС».

Сіянці дуба вирощували в умовах відкритого ґрунту у циліндричних контейнерах з агроволокна заввишки 28 см діаметром 8 см та об'ємом 1 407 см³, розміщених у дерев'яних коробах. Субстратом для вирощування сіянців була суміш середньосуглинкового ґрунту та верхового торфу у співвідношенні за об'ємом 3 : 1. Жолуді було зібрано на клоново-насінній плантації селекційно-насінницького комплексу в Південному лісництві

ДП «Харківська ЛНДС», вони мали перший клас якості. Висівали пророслі жолуді по 1 шт. у контейнер на глибину 2–3 см.

Було закладено десять дослідних варіантів із різними концентраціями добрив та контрольний варіант – сіянці дуба, вирощені в контейнерах без застосування добрив. Один дослідний варіант являв собою окремих короб (близько 500 сіянців). Загалом у дослідних варіантах і на контролі було вирощено близько 5,5 тис. шт. сіянців.

Упродовж вегетаційного періоду проведено дворазове кореневе (полив) або листкове (обприскування) підживлення сіянців розчинами випробуваних добрив. Перше підживлення було здійснено 13 червня (орієнтовно через 2–3 тижні після появи сходів), а друге – 7 серпня (у період інтенсивного росту сіянців). У кожному дослідному варіанті для кореневого підживлення використано по 60 л розчину (30 л розчину за одне підживлення або 60 мл на один контейнер із сіянцем), а для листового підживлення – по 10 л розчину (5 л розчину за одне підживлення або 10 мл на один контейнер із сіянцем).

Під час кореневого підживлення сіянців дуба використано розчини таких добрив: Partner Standard 35:10:10 (3 г·л⁻¹), Partner Standard 20:20:20 (3 г·л⁻¹), «Рокогумін» (10 мл·л⁻¹), Rost Концентрат (2 мл·л⁻¹), Master 20:20:20 (2,5 г·л⁻¹), Master 6:3:6 (5 мл·л⁻¹) та Help Rost (3,5 мл·л⁻¹), а для листового підживлення – Brevil Multi (1,5 г·л⁻¹), «Нутрівант Плюс» (2,5 г·л⁻¹) та Rosasol (1,5 г·л⁻¹). Зазначені концентрації добрив є рекомендованими виробниками препаратів. Усі випробувані добрива характеризувалися невеликою нормою витрати, що є вигідним з погляду економіки та впливу на довкілля. Нижче наведено характеристику випробовуваних добрив.

Partner Standard 35:10:10 – комплексне водорозчинне мінеральне добриво торгової марки Partner (Україна). Склад: N – 35 %; P₂O₅ – 10 %; K₂O – 10 %; MgO – 2,5 %; B – 0,03 %; Fe – 0,04 %; Zn – 0,04 %; S – 3–4 %; Mo – 0,001 %; Mn – 0,03 %; бурштинова кислота – 0,6 %; вільні амінокислоти (понад 15 видів) – 0,4 %.

Partner Standard 20:20:20 – комплексне водорозчинне мінеральне добриво торгової марки Partner (Україна). Склад: N – 20 %; P₂O₅ – 20 %; K₂O – 20 %; MgO – 2,5 %; B – 0,03 %; Fe – 0,04 %; Zn – 0,04 %; S – 13,5 %; Mo – 0,001 %; Mn – 0,06 %; бурштинова кислота – 0,6 %; вільні амінокислоти (понад 15 видів) – 0,4 %.

«Рокогумін» – органо-мінеральне добриво торгової марки Rokosan (Словенія). Склад: N – 4 %; P₂O₅ – 9 %; K₂O – 14 %; гумінові кислоти – не менше 13 % та мікроелементи – Ca, Vg, B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn – на рівні фізіологічних значень.

Rost Концентрат – органо-мінеральне добриво торгової марки «Рост» (Україна). Склад: N – 15 %; P₂O₅ – 7 %; K₂O – 7 %; антибіотики; мікроелементи.

Brevil Multi – мікродобриво торгової марки Valagro (Україна). Склад: лігносульфонати; Fe – 4 %; Mg – 8,5 %; Mn – 4 %; Zn – 1,5 %; B – 0,5 %; Cu – 0,8 %.

Master 20:20:20 – універсальне водорозчинне комплексне добриво торгової марки «Караван» (Україна). Склад: N – 20 %; P₂O₅ – 20 %; K₂O – 20 %; B – 0,04 %; Cu – 0,05 %; Mn – 0,1 %.

Master 6:3:6 – універсальне комплексне добриво торгової марки Valagro (Україна). Склад: N – 6 %; P₂O₅ – 3 %; K₂O – 6 %; бурштинова кислота – 2 г·л⁻¹; мікроелементи – B, Cu, Zn, Mn, Fe, Mo.

Help Rost – рідке органо-мінеральне добриво торгової марки «БТУ-Центр» (Україна). Склад: N – 1 %; P₂O₅ – 1,2 %; K₂O – 2 %; мікроелементи хелатовані продуктами метаболізму мікроорганізмів: Zn – 0,27 %; Cu – 0,65 %; B – 0,3 %; Mn – 0,92 %; Fe – 0,4 %; амінокислоти (понад 165 видів); полісахариди-1500; вітаміни групи B-50; бактерії *Bacillus subtilis*, *Enterococcus*.

«Нутрівант Плюс» – універсальне мінеральне водорозчинне добриво торгової марки Argumin (Ізраїль). Склад: N – 6 %; P₂O₅ – 18 %; K₂O – 37 %; Mg – 2 %; B – 0,02 %; Mn – 0,04 %; Zn – 0,02 %; Cu – 0,005 %; Fe – 0,08 %; Mo – 0,005 %; екологічний прилипач Fertivant.

Rosasol – концентроване універсальне комплексне водорозчинне добриво торгової марки «Ерідон» (Україна). Склад: N – 8 %; P₂O₅ – 17 %; K₂O – 41 %; B – 125 мг·кг⁻¹; Cu – 94 мг·кг⁻¹; Fe – 325 мг·кг⁻¹; Mn – 400 мг·кг⁻¹; Zn – 287 мг·кг⁻¹.

Ефективність застосування добрив оцінювали за біометричними показниками, масою та виходом стандартних сіянців дуба. Для цього у 100 сіянців кожного варіанта вимірювали висоту надземної частини (см) та діаметр на рівні кореневої шийки (мм). Крім того, у десяти середніх за біометричними показниками сіянців відмивали коріння від залишків ґрунту й визначали масу (г) надземної та кореневої частин у повітряно-сухому стані (після висушування зразків у лабораторній шафі). Висоту сіянців визначали з точністю до 0,1 см, діаметр на рівні кореневої шийки – з точністю до 0,1 мм, а масу надземної частини та кореневої системи сіянців – із точністю до 0,1 г.

Вихід стандартних сіянців визначали згідно із розробленим в УкрНДІЛГА та затвердженим державним підприємством «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») стандартом «Сіянці дуба звичайного із закритою кореневою системою. Технічні умови» (*Containerized seedlings of English oak. Specifications*, 2023).

Значущість різниці біометричних показників сіянців між контролем і дослідними варіантами перевіряли з використанням *t_f*-критерію Стюдента на 5 % рівні значущості (Romakin, 2006). Дані відповідали нормальному закону розподілу і, таким чином, не порушували вимоги до застосування тесту Стюдента.

Результати. Результати проведених досліджень свідчать, що висота надземної частини та діаметр на рівні кореневої шийки однорічних сіянців суттєво перевершували контроль у всіх варіантах дослідів із дворазовим кореневим (полив) або листовим (обприскування) підживленням розчинами добрив (табл. 1).

Таблиця 1

Біометричні показники однорічних сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою, вирощених із застосуванням добрив

Table 1

Biometric parameters of one-year-old containerized English oak seedlings grown using fertilizers

Дослідний варіант (концентрація розчинів) Experimental treatment (solution concentration)	Спосіб підживлення Feeding method	Висота надземної частини, см Aboveground height, cm			Діаметр на рівні кореневої шийки, мм Root collar diameter, mm		
		<i>M ± m</i>	<i>t_f</i>	% до контролю % to control	<i>M ± m</i>	<i>t_f</i>	% до контролю % to control
Контроль	–	24,6 ± 0,63	–	–	3,1 ± 0,08	–	–
Partner Standard 35:10:10 (3 г·л ⁻¹)	К	34,0 ± 0,96	8,22	138	3,9 ± 0,10	6,10	125
Partner Standard 20:20:20 (3 г·л ⁻¹)	К	35,8 ± 0,85	10,57	145	3,9 ± 0,12	5,66	125
Рокогумін (10 мл·л ⁻¹)	К	34,2 ± 1,39	6,26	139	4,1 ± 0,13	6,49	132
Rost Концентрат (2 мл·л ⁻¹)	К	32,1 ± 0,90	6,84	130	4,1 ± 0,11	7,22	132
Brexil Multi (1,5 г·л ⁻¹)	Л	35,3 ± 1,05	8,71	143	4,4 ± 0,13	8,28	140
Master 20:20:20 (2,5 г·л ⁻¹)	К	29,1 ± 1,08	3,58	118	4,6 ± 0,12	10,23	148
Master 6:3:6 (5 мл·л ⁻¹)	К	35,0 ± 1,59	6,09	142	4,7 ± 0,12	10,90	152
Help Rost (3,5 мл·л ⁻¹)	К	30,5 ± 1,08	4,73	124	4,2 ± 0,15	6,47	135

Продовження табл. 1

Table 1 (Continued)

Дослідний варіант (концентрація розчинів) Experimental treatment (solution concentration)	Спосіб підживлення Feeding method	Висота надземної частини, см Aboveground height, cm			Діаметр на рівні кореневої шийки, мм Root collar diameter, mm		
		$M \pm m$	t_f	% до контролю % to control	$M \pm m$	t_f	% до контролю % to control
Нутривант Плюс (2,5 г·л ⁻¹)	Л	32,6 ± 1,33	5,45	133	4,3 ± 0,13	7,87	140
Rosasol (1,5 г·л ⁻¹)	Л	33,1 ± 1,04	6,96	134	4,1 ± 0,14	6,29	132

Примітки: К – кореневе (полив) підживлення сіянців; Л – листкове (обприскування) підживлення сіянців.

$M \pm m$ – середнє значення вимірюваного біометричного показника та його стандартна похибка.

t_f – t -критерій Стюдента ($t_{0,05} = 2,01$).

Notes: К – feeding (watering) of the root system of seedlings; Л – foliar (spraying) treatment of seedlings.

$M \pm m$ – mean value of biometric parameters and its standard error.

t_f – actual value of Student's t -test ($t_{0,05} = 2,01$).

Різниця за висотою надземної частини сіянців між дослідними варіантами та контролем становила від 4,5 до 11,2 см, за діаметром на рівні кореневої шийки – від 0,8 до 1,6 мм. Найбільше середнє значення висоти надземної частини сіянців (35,8 см) виявлено у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Partner 20:20:20 у концентрації 3 г·л⁻¹, а найменше (29,1 см) – у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Master 20:20:20 у концентрації 2,5 г·л⁻¹.

Найбільше середнє значення діаметра на рівні кореневої шийки сіянців (4,7 мм) відзначено у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Master 6:3:6 у концентрації 5 мл·л⁻¹, найменше (3,9 мм) – у варіантах кореневого підживлення розчинами добрив Partner 35:10:10 і Partner 20:20:20 у концентрації 3 г·л⁻¹.

Значущу різницю як за висотою надземної частини ($t_{0,05} = 2,01$; $t_f = 3,58$ –10,57), так і за діаметром на рівні кореневої шийки ($t_{0,05} = 2,01$; $t_f = 5,66$ –10,90) визначено між всіма дослідними варіантами та контролем.

Дворазове кореневе (полив) або листкове (обприскування) підживлення розчинами випробовуваних добрив також суттєво вплинуло на масу однорічних сіянців дуба із ЗКС (рис. 1). Різниця між дослідними варіантами та контролем за масою надземної частини сіянців у повітряно-сухому стані становила від 0,9 до 2,2 г, за масою кореневої системи – від 0,1 до 6,7 г.

Найбільше середнє значення маси надземної частини сіянців (3,2 г) відзначено у варіанті листкового підживлення розчином добрива Rosasol у концентрації 1,5 г·л⁻¹, найменше (1,9 г) – у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Master 20:20:20 у концентрації 2,5 г·л⁻¹.

Найбільше середнє значення маси кореневої системи сіянців (9,9 г) виявлено у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Help Rost у концентрації 3,5 мл·л⁻¹, найменше (3,3 г) – у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Partner 20:20:20 у концентрації 3 г·л⁻¹.

Частка маси кореневої системи у загальній масі сіянців була доволі значною в дослідних варіантах і варіювала від 54 до 79 %. Найбільшою вона була у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Master 6:3:6 у концентрації 5 мл·л⁻¹, а найменшою – у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Partner 20:20:20.

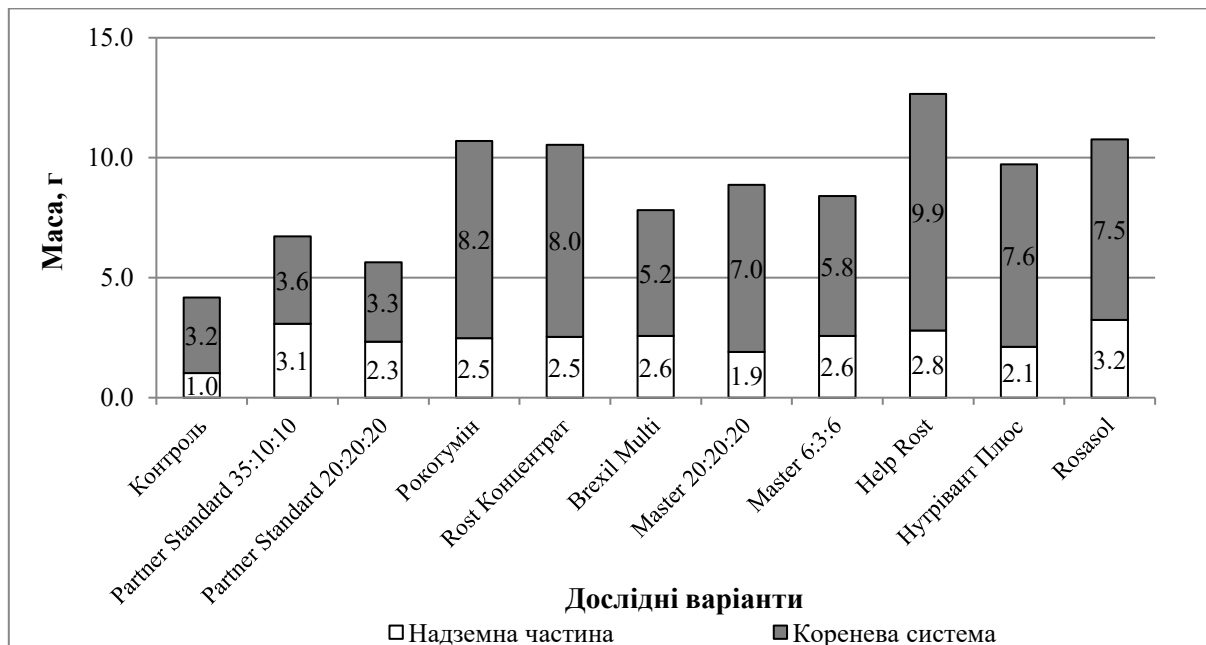


Рис. 1 – Маса однорічних сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою, вирощених із застосуванням добрив, у повітряно-сухому стані

Fig. 1 – Air-dry mass of one-year-old containerized English oak seedlings grown using fertilizers

Різниця за загальною масою сіянців між дослідними варіантами та контролем варіювала від 2,6 до 8,5 г. Найбільшу (12,7 г) середню масу сіянців зареєстровано у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Help Rost у концентрації 3,5 мл·л⁻¹, а найменшу (6,7 г) – у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Partner 35:10:10 у концентрації 3 г·л⁻¹.

Співвідношення мас кореневої системи й надземної частини сіянців (К/Н) варіювало від 1,2 у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Partner 35:10:10 у концентрації 3 г·л⁻¹ до 3,7 у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Master 20:20:20 у концентрації 2,5 г·л⁻¹ (рис. 2).

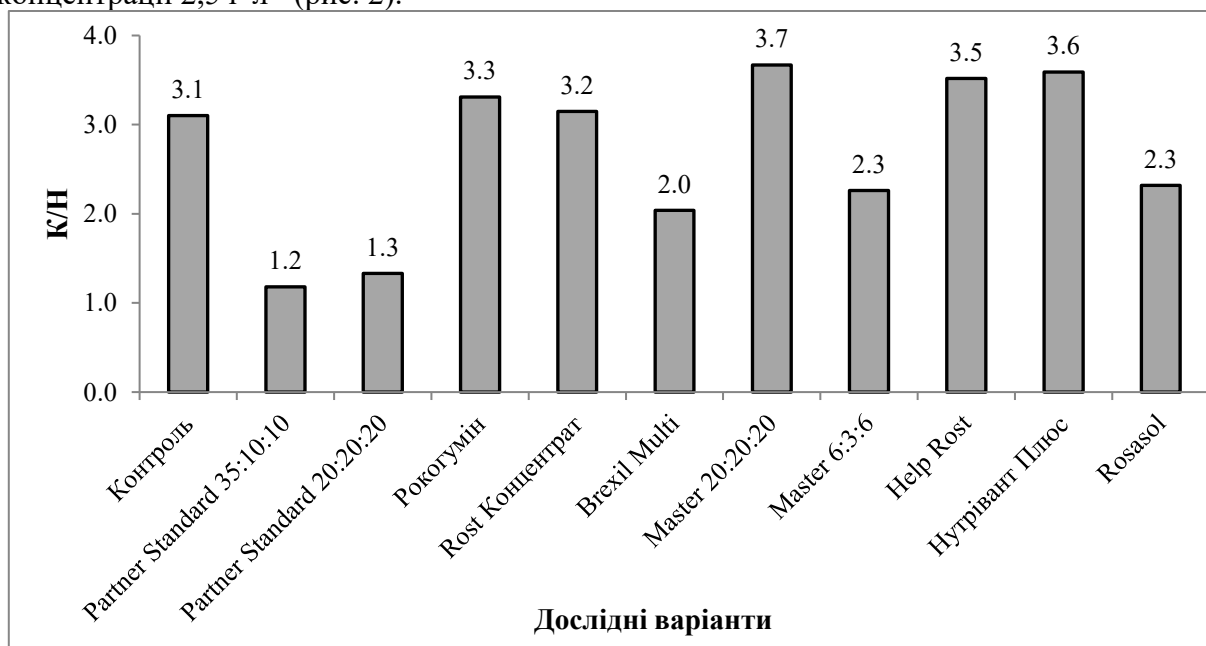


Рис. 2 – Співвідношення мас кореневої системи й надземної частини (К/Н) однорічних сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою, вирощених із застосуванням добрив

Fig. 2 – The mass ratio of the root and aboveground parts (K/H) of one-year-old containerized English oak seedlings grown using fertilizers

Частка стандартних однорічних сіянців дуба із ЗКС у всіх дослідних варіантах була більшою (86–100 %), ніж на контролі (82 %) (рис. 3). Крім того слід відзначити, що у варіантах із кореневим підживленням розчинами добрив Partner 35:10:10 і Partner 20:20:20 у концентрації 3 г·л⁻¹ всі сіянці виявилися стандартними.

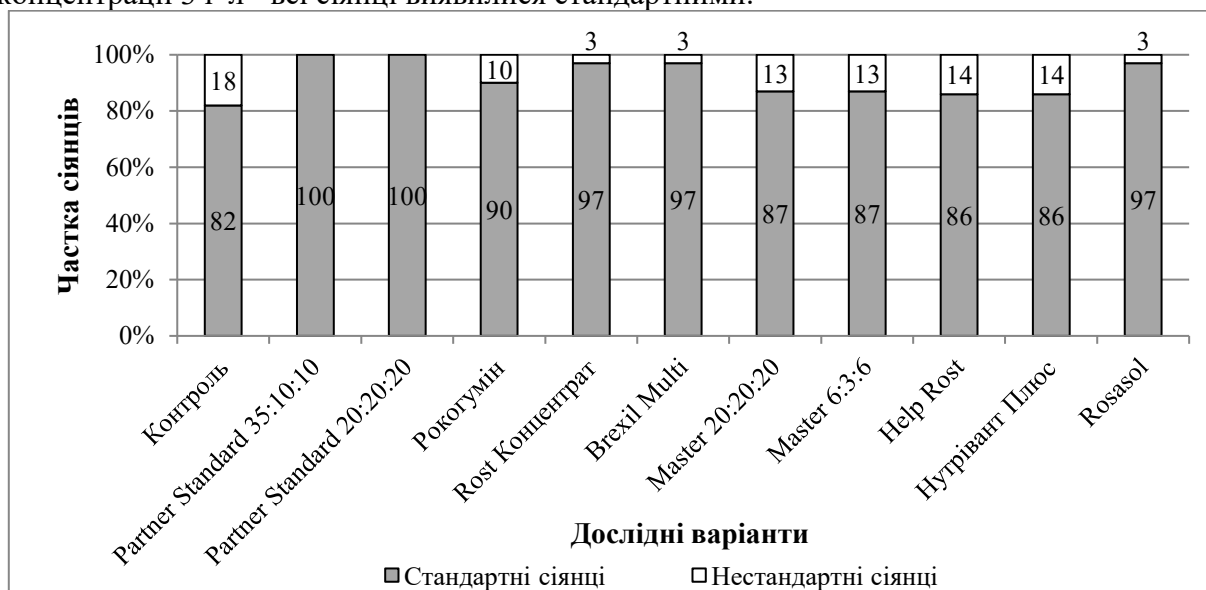


Рис. 3 – Частка стандартних однорічних сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою, вирощених із застосуванням добрив

Fig. 3 – The proportions of standard one-year-old containerized English oak seedlings grown using fertilizers

Стан вирощених сіянців на всіх дослідних варіантах і на контролі оцінено як «добрий» (рис. 4). Частка сіянців, уражених збудниками хвороб (борошнистою россою дуба (*Microsphaera alphitoides*)) є незначною (5–10 % від загальної кількості).



Рис. 4 – Загальний вигляд сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою, вирощених із застосуванням добрива Help Rost

Fig. 4 – Containerized English oak seedlings grown using Help Rost fertilizer

Обговорення. Біометричні показники сіянців (висота надземної частини, діаметр на рівні кореневої шийки), а також маса надземної частини та кореневої системи сіянців є важливими під час оцінювання їхнього розвитку та адаптації до нових умов росту (Andrusiak *et al.*, 2024).

Добрива, які ми випробовували під час дослідів, позитивно вплинули на біометричні показники сіянців, їхню масу та вихід стандартного садивного матеріалу дуба звичайного із ЗКС. Загалом сіянці, вирощені за дворазового кореневого (полив) або листового (обприскування) підживлення розчинами випробовуваних добрив, перевершували контроль (сіянці, вирощені без застосування добрив) за висотою надземної частини (до 45 %), за діаметром на рівні кореневої шийки (до 52 %), за масою надземної частини у повітряно-сухому стані (до 218 %), за масою кореневої системи (до 213 %) та за виходом стандартних сіянців (до 18 %). Відзначимо, що підживлення розчинами випробовуваних добрив суттєвіше вплинуло на діаметр кореневої шийки, ніж на висоту надземної частини сіянців.

Результати проведених досліджень цілком узгоджуються із результатами вітчизняних науковців (Ugarov *et al.*, 2012; Danylenko *et al.*, 2015; 2016; Vysotska *et al.*, 2022), які також відзначали позитивний вплив застосування органо-мінеральних добрив «Нітроамофоска», «Агролайф» та «Гумат калію», мікробних препаратів «Байкал ЕМ-1-У», «Азотобактерин», «Поліміксобактерин», «Ризобразин», «Біофіт» та «Хетомік» та комплексних добрив «Рокогумін», Master, Rost Концентрат, Partner Complete, Leanum та «Плантатор», у нормах, рекомендованих виробником препаратів, на біометричні показники, масу та вихід стандартних однорічних сіянців дуба звичайного із ЗКС.

Дані (Ugarov *et al.*, 2012) свідчать, що всі випробовувані в дослідженні добрива позитивно вплинули на показники росту й розвитку сіянців дуба. Так, у разі застосування органо-мінеральних добрив різниця з контролем (сіянцями, вирощеними без добрив) за висотою становила до 51 %, за діаметром кореневої шийки – до 56 %, за масою надземної частини до 168 % та за масою кореневої системи – до 100 %. У разі застосування мікробних препаратів, як свідчать результати досліджень (Ugarov *et al.*, 2012; Danylenko *et al.*, 2015) різниця за висотою становила до 29 %, за діаметром кореневої шийки – до 33 %, за масою надземної частини до 131 % та за масою кореневої системи – до 82 %. У разі застосування комплексних добрив за результатами досліджень (Danylenko *et al.*, 2016; Vysotska *et al.*, 2022) перевершення становили: за висотою – до 43 %, за діаметром кореневої шийки – до 26 %, за масою надземної частини та за масою кореневої системи – до 102 і 270 % відповідно.

У попередніх дослідженнях (Vysotska *et al.*, 2022) співвідношення мас кореневої і надземної частин однорічних сіянців дуба звичайного, вирощених у Південному лісництві ДП «Харківська ЛНДС» у 2021 р., були значно нижчими. Лише у п'яти дослідних варіантах із одинадцяти значення цього показника становило 2,0 і більше. Це пов'язане з використанням для підживлення інших видів добрив, а також із іншим умістом основних елементів живлення для рослин (N:P:K) у розчинах добрив, які використовували повторно.

В інших регіонах країни подібні дослідження є фрагментарними (Andrusiak *et al.*, 2024), проте також заслуговують на належну увагу. Зокрема, було відзначено позитивний вплив листового підживлення 0,1; 0,2 і 0,3% розчином рідкого органічного добрива «Вермібіомаг» у комплексі зі стимулятором росту рослин «Емістим-1» на висоту надземної частини та довжину кореневої системи однорічних сіянців дуба звичайного із ЗКС. Виявлено, що висота надземної частини однорічних сіянців дуба в дослідних варіантах, була більшою, ніж на контролі, на 20 % у разі трикратного оброблення та на 11 % у разі шести- та дев'ятикратного оброблення, а довжина кореневої системи – на 14 % більшою у разі трикратного оброблення та на 1 % більшою у разі дев'ятикратного оброблення. Науковцями зроблено висновок, що найефективнішим виявилось трикратне листове підживлення розчином добрива «Вермібіомаг» у комплексі із стимулятором росту «Емістим-1» упродовж місяця, що сприяло значному збільшенню біометричних показників сіянців дуба із ЗКС, як порівняти з контролем.

Більшість випробовуваних нами добрив раніше не використовували у системі заходів з інтенсифікації вирощування садивного матеріалу дуба звичайного із ЗКС, а тому проведені дослідження є надзвичайно актуальними.

Слід відзначити актуальність подібних досліджень і за кордоном, зокрема в Польщі. Так, результати досліджень (Rotowa *et al.*, 2023) свідчать, що діаметр на рівні кореневої шийки, довжина кореневої системи, середній діаметр та об'єм кореня збільшилися у досліді із застосуванням комплексного мінерального добрива пролонгованої дії «Осмокот» (Osmocote) під час вирощування сіянців дуба звичайного із ЗКС. Дослідження виявило добре сформовану кореневу систему сіянців; було зроблено висновок, що ці сіянці є цілком придатними для висаджування на лісокультурну площу. Результати проведених нами досліджень узгоджуються із результатами досліджень, також проведених у Польщі (Kormanek *et al.*, 2015) для сіянців дуба скельного (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), а також із дослідженнями для інших лісових порід, вирощених у контейнерах, зокрема модрини японської (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.) (Agathokleous *et al.*, 2023), бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) (Rotowa *et al.*, 2025a), дуба білого (*Quercus alba* L.) (Tworkoski *et al.*, 1983), ялини європейської (*Picea abies* (L.) Karst.) (Banach *et al.*, 2020), сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) (Pająk *et al.*, 2022), сосни болотяної (*Pinus palustris* Miller) (South *et al.*, 2005).

Основним показником успішності вирощування сіянців, зокрема із закритою кореневою системою, є вихід стандартного садивного матеріалу. Згідно із розробленим в УкрНДІЛГА Національним стандартом України ДСТУ 9248:2023 «Сіянці дуба звичайного із закритою кореневою системою. Технічні умови» (*Containerized seedlings of English oak. Specifications*, 2023), сіянці дуба (вирощені в контейнерах із агроволокна), які характеризуються у віці одного року висотою надземної частини 25 см і більше, відповідають вимогам до стандартних.

Результати попередніх досліджень (Vysotska *et al.*, 2022) свідчать, що в дослідних варіантах частка стандартних сіянців становила 67–100 %. Переважна більшість дослідних варіантів за часткою вирощених стандартних сіянців дуба переважала контроль. Результати наших досліджень також свідчать про вищу частку вирощених стандартних сіянців дуба із ЗКС у разі застосування добрив (86–100 % у дослідних варіантах проти 82 % на контролі, де сіянці вирощували без застосування добрив).

Одним із основних завдань вирощування сіянців із ЗКС є забезпечення оптимальних умов для розвитку корневих систем і максимальне їхнє збереження під час створення лісових культур, що забезпечує високу приживлюваність та подальший інтенсивний ріст рослин. Водночас важливою характеристикою є співвідношення мас кореневої та надземної частин сіянців (Vysotska *et al.*, 2022). Високі значення цього показника можуть опосередковано свідчити про кращу приживлюваність сіянців із ЗКС у сухіших типах умов місцезростання (Danylenko *et al.*, 2021a).

У більшості дослідних варіантів співвідношення мас кореневої і надземної частин однорічних сіянців дуба звичайного були доволі високими – від 2,0 до 3,7. Лише у двох дослідних варіантах (кореневе підживлення розчинами добрив Partner 35:10:10 і Partner 20:20:20 у концентрації 3 г·л⁻¹) значення цього показника дорівнювало 1,2 і 1,3 відповідно. На нашу думку, це пов'язане із суттєвим впливом зазначених добрив на висоту надземної частини сіянців, а відповідно, і на масу, бо саме в цих варіантах зафіксовано одні з найвищих значень висоти надземної частини вирощених сіянців.

Наші результати повною мірою підтверджують результати інших досліджень, зокрема закордонних, і свідчать, що застосування добрив є перспективним заходом щодо інтенсифікації росту сіянців дуба звичайного із ЗКС. Тому увага фахівців до застосування різних видів добрив для отримання максимальної кількості високоякісного стандартного садивного матеріалу дуба звичайного із ЗКС для потреб лісовідновлення та лісорозведення зростає.

Висновки. Дворазове кореневе (полив) або листкове (обприскування) підживлення розчинами добрив Partner Standard, «Рокогумін», Rost Концентрат, Master, Help Rost, Brexil Multi, «Нутривант Плюс» та Rosasol у нормах, рекомендованих виробником препаратів, позитивно вплинуло на біометричні показники (висоту надземної частини та діаметр на рівні кореневої шийки), масу (надземної та кореневої системи) та вихід стандартних однорічних сіянців дуба із закритою кореневою системою, як порівняти із контролем (сіянцями, вирощеними без застосування добрив).

Різниця за висотою надземної частини сіянців становила від 18 до 45 %, за діаметром на рівні кореневої шийки – від 25 до 52 %, за масою надземної частини сіянців у повітряно-сухому стані – від 86 до 218 % та за масою кореневої системи – від 5 до 213 %.

Частка стандартних однорічних сіянців дуба із закритою кореневою системою у всіх дослідних варіантах була більшою (86–100 %), ніж на контролі (82 %).

Результати досліджень свідчать про доцільність застосування добрив Partner Standard, «Рокогумін», Rost Концентрат, Master, Help Rost, Brexil Multi, «Нутривант Плюс» та Rosasol у нормах, рекомендованих виробником препаратів, для інтенсифікації росту сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою під час їхнього вирощування в умовах відкритого ґрунту та подальшого використання вирощених рослин для потреб лісовідновлення й лісорозведення в регіоні досліджень.

Джерела фінансування. Статтю підготовлено авторами в межах виконання тем досліджень УкрНДЛГА (тема № 11 – «Дослідити ріст і розвиток лісових культур, створених садивним матеріалом із закритою кореневою системою, та розробити рекомендації щодо удосконалення технології їх створення», № держреєстрації 0120U101897), замовником якої є Державне агентство лісових ресурсів України.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Andrusiak, Yu., Sendonin, S., Puzrina, N., Boiko, O. and Boiko, H. (2024) 'Growth stimulant influence on biometric indicators of oak seedlings in the Bukovyna Sub-Carpathian region', *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science* 15(3), pp. 82–95 (in Ukrainian) <https://doi.org/10.31548/forest/3.2024.82>
- Agathokleous, E., Kitao, M., Komatsu, M., Tamai, Y., Harayama, H. and Koike, T. (2023) 'Single and combined effects of fertilization, ectomycorrhizal inoculation, and drought on container-grown Japanese larch seedlings', *Journal of Forestry Research*, 34, pp. 1077–1094. <https://doi.org/10.1007/s11676-022-01565-3>
- Banach, J., Małek, S., Kormanek, M. and Durło, G. (2020) 'Growth of *Fagus sylvatica* L. and *Picea abies* (L.) Karst. seedlings grown in Hiko containers in the first year after planting', *Sustainability*, 2020, 12, 7155. <https://doi.org/10.3390/su12177155>
- Containerized seedlings of English oak. Specifications. State standard of Ukraine 9248:2023* (2023). Valid from 1 April 2024. Kyiv: State Standard of Ukraine (in Ukrainian).
- Danylenko, O.M., Tarnopilskyi, P.B. and Gladun, H.B. (2015) 'Improvement of containerized oak seedlings cultivation technology', *Forestry and Forest Melioration*, 126, pp. 158–164. Available at: <https://forestry-forestmelioration.org.ua/index.php/journal/article/view/192> (Accessed: 15 July 2025) (in Ukrainian).
- Danylenko, O.M., Tarnopilskyi, P.B., Gladun, H.B., Gupal, V.V., Volkov, P.A., Kosatiy, D.M. and Samoylov, P.V. (2016) 'The use of "Rokohumin" for *Quercus robur* L. planting material growing', *Forestry and Forest Melioration*, 129, pp. 93–99. Available at: <https://forestry-forestmelioration.org.ua/index.php/journal/article/view/115> (Accessed: 15 July 2025) (in Ukrainian).
- Danylenko, O.M., Yushchyk, V.S., Rumiantsev, M.H. and Mostepaniuk, A.A. (2021a) 'Features of the growth and condition of pine plantations created by different planting material in the South-eastern Forest-steppe of Ukraine', *Scientific Bulletin of UNFU*, 31(1), pp. 26–29 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36930/40310104>
- Danylenko, O.M., Vysotska, N.Yu., Tarnopilskyi, P.B. and Rumiantsev, M.H. (2021b) 'Influence of plant growth regulators on the growth and weight of English oak seedlings in the South-eastern Forest-Steppe in Ukraine', *Forestry and Forest Melioration*, 138, pp. 59–67 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.138.2021.59>
- Kormanek, M., Banach, J. and Sowa, P. (2015) 'Effect of soil bulk density on forest tree seedlings', *International Agrophysics*, 29, pp. 67–74. <https://doi.org/10.1515/intag-2015-0003>
- Lialin, O.I. (2014) 'Growth of oak saplings in forest plantations established by ball-rooted seedlings', *Scientific Bulletin of UNFU*, 24(5), pp. 26–31 (in Ukrainian).

- Lukyanets, V., Rumiantsev, M., Kobets, O., Tarnopilska, O., Musienko, S., Obolonyk, I., Bondarenko, V. and Tarnopilskyi, P. (2022) 'Biometric characteristics and health state of English oak (*Quercus robur* L.) stands established using various stock types', *Agriculture and Forestry*, 68(3), pp. 119–132. <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.68.3.10>
- Lukyanets, V.A., Rumiantsev, M.H., Musienko, S.I., Tarnopilska, O.M., Kobets, O.V., Bondarenko, V.V. and Yushchuk, V.S. (2023) 'Experience of artificial reforestation of oak stands using different methods and types of planting stock in the South-Eastern Forest-Steppe of Ukraine', *Scientific Bulletin of UNFU*, 33(1), pp. 7–13 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36930/40330101>
- Pajak, K., Małek, S., Kormanek, M. and Banach, J. (2022) 'Effect of peat substrate compaction on growth parameters and root system morphology of Scots pine *Pinus sylvestris* L. seedlings', *Sylwan*, 166(8), pp. 537–550. <https://doi.org/10.26202/sylwan.2022062>
- Raspopina, S.P., Didenko, M.M., Bila, Yu.M., Horoshko, V.V. and Harmash, A.V. (2022) 'The influence of growth stimulants on survival and growth of *Pinus sylvestris* in forest plantations of the Slobzhansky Forest Region of Ukraine', *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 24, pp. 120–128 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/412210>
- Romakin, V.V. (2006) *Computer data analysis: Tutorial*. Mykolaiv: MDHU im. Petra Mohyly (in Ukrainian).
- Rotowa, O.J., Małek, S., Banach, J. and Pach, M. (2023) 'Effect of different innovative substrate mediums on roots characterization of European beech *Fagus sylvatica* L. and Pedunculate oak *Quercus robur* L. seedlings', *Sylwan*, 167(9), pp. 535–548. <https://doi.org/10.26202/sylwan.2023075>
- Rotowa, O.J., Małek, S., Jasik, M. and Staszcz-Szlachta, K. (2025a) 'Effect of innovative peat-free organic growing media and fertilizer on nutrient allocation in pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings', *New Forests*, 2025, 56, 17. <https://doi.org/10.1007/s11056-024-10079-1>
- Rotowa, O.J., Małek, S., Jasik, M. and Staszcz-Szlachta, K. (2025b) 'Substrate and Fertilization Used in the Nursery Influence Biomass and Nutrient Allocation in *Fagus sylvatica* and *Quercus robur* Seedlings After the First Year of Growth in a Newly Established Forest', *Forests*, 16, 511. <https://doi.org/10.3390/f16030511>
- Rumiantsev, M.H., Danylenko, O.M., Tarnopilskyi, P.B., Yushchuk, V.S., and Mostepaniuk, A.A. (2022) 'Influence of plant growth stimulants on biometric indicators and weight of one-year-old seedlings of English oak with a closed root system in the South-Eastern Forest-Steppe of Ukraine', *Scientific Bulletin of UNFU*, 32(1), pp. 13–19 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36930/40320102>
- Rumiantsev, M.H., Danylenko, O.M., Tarnopilskyi, P.B., Yushchuk, V.S. and Mostepaniuk, A.A. (2023) 'Some features of the growth of English oak in experimental plantations planted in different dates in Kharkiv Forest Research Station with the containerized seedlings fertilized with different types of fertilizers', *Forestry and Forest Melioration*, 143, pp. 85–93 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.143.2023.85>
- South, D.B., Harris, S.W., Barnett, J.P., Hains, M.J. and Gjerstad, D.H. (2005) 'Effect of container type and seedling size on survival and early height growth of *Pinus palustris* seedlings in Alabama, USA', *Forest Ecology and Management*, 204, pp. 385–398. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.09.016>
- Stanturf, J. A., Schweitzer, C. J. and Gardiner, E. S. (1998) 'Afforestation of marginal agricultural land in the Lower Mississippi River Alluvial Valley, U.S.A', *Silva Fennica*, 32(3), pp. 281–287.
- Tovstukha, O.V., Ignatenko, V.A., Tarnopilskyi, P.B. and Sotnikova, A.V. (2017) 'Experience of renewal of oak forests of Sumy region using various planting material of English oak (*Quercus robur* L.)', *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*, 9(34), pp. 92–101 (in Ukrainian).
- Tworowski, T.J., Burger, J.A., and Smith, D.W. (1983) 'Soil texture and bulk density affect early growth of white oak seedlings', *Tree Planters' Notes*, 34(2), pp. 22–25.
- Ugarov, V.M., Manoylo, V.A., Fateyev, V.V., Kravchuk, V.P. and Danilenko, O.M. (2012) 'Biometric parameters of *Quercus robur* L. seedlings with closed root system, depending on the mode of cultivation', *Forestry and Forest Melioration*, 121, pp. 129–133 (in Ukrainian).
- Vasylevskyi, O.H., Yelisavenko, Yu.A., Tarnopilskyi, P.B. and Rumiantsev, M.H. (2024) 'Growth of forest plantations of the Scots pine and English oak established by different types of planting material in the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine', *Forestry and Forest Melioration*, 144, pp. 59–68 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.144.2024.59>
- Vysotska, N.Yu., Danylenko, O.M., Rumiantsev, M.H., Tarnopilskyi, P.B., Yushchuk, V.S., Mostepaniuk, A.A. and Reho, M.Z. (2022) 'Influence of multi-nutrient fertilizers on the growth, state and weight of one-year-old English oak seedlings in Kharkiv Forest Research Station', *Forestry and Forest Melioration*, 141, pp. 88–94 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.141.2022.88>

EFFECTIVENESS OF FERTILIZER APPLICATION DURING CONTAINERIZED ENGLISH OAK SEEDLING CULTIVATION IN THE SOUTH-EASTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Rumiantsev M. H.^{1*}, Danylenko O. M.², Tarnopilskyi P. B.³, Yushchik V. S.⁴

This article presents the results of a study on the effects of Partner Standart, Rokohumin, Rost Kонтсентрат, Master, Help Rost, Brexil Multi, Nutrivant Plus, and Rosasol fertilizer solutions – applied at manufacturer-recommended rates – on the biometric parameters, weight, and yield of standard one-year-old containerized English oak seedlings. Both root and foliar fertilization with these solutions positively influenced seedling biometric characteristics and biomass. Compared with the control cultivated without fertilizers, seedlings in the experimental treatments demonstrated increases of 18–45% in shoot height, 25–52% in root collar diameter, 86–218% in aboveground biomass, and 5–213% in root biomass. The proportion of standard seedlings was higher in all experimental treatments than in the control (86–100% vs. 82%). The research findings support the use of these fertilizers during the cultivation of containerized English oak seedlings and the subsequent use of such plants for reforestation and afforestation.

Key words: *Quercus robur* L., biometric characteristics, seedling biomass, standard seedlings, fertilization.

Дата надходження рукопису 21.07.2025

Дата прийняття до друку 22.10.2025

Дата публікації 29.12.2025

¹ Rumiantsev Maksym, PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: maxrum-89@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2245-2441>

² Danylenko Oleh, State Enterprise “Kharkiv Forest Research Station”, Cherkaska Lozova, 62300, Kharkiv region, Ukraine. E-mail: dandik86@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7817-4299>

³ Tarnopilskyi Petro, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: tarnopilsky@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8547-4843>

⁴ Yushchik Vita, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: vityay2715@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2472-3882>

*Correspondence: maxrum-89@ukr.net

ЕКОЛОГІЯ І МОНІТОРИНГ

УДК 630.67:504.75

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.147.2025.80>**МЕТОДИ ПРОФІЛАКТИКИ Й МІНІМІЗАЦІЇ РИЗИКІВ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ
У СИСТЕМІ ЛІСОГОСПОДАРСЬКОГО МЕНЕДЖМЕНТУ УКРАЇНИ**Т. М. Портянко^{1*}, С. В. Ротте²

Статтю присвячено систематизації сучасних підходів до профілактики й мінімізації ризиків лісових пожеж у контексті лісогосподарського менеджменту України. На основі структурованого огляду наукових джерел, міжнародних рекомендацій FAO, UNEP, Європейської комісії та національної нормативної бази проаналізовано ключові чинники пожежної безпеки, зокрема зміну клімату, накопичення горючих матеріалів і збільшення ризиків у зонах взаємодії лісових та урбанізованих територій (wildland-urban interface, WUI). Узагальнення міжнародного досвіду свідчить про ефективність комплексного управління паливним навантаженням, застосування контрольованих випалювань, використання індексу Fire Weather Index (FWI) та впровадження геоінформаційних систем і технологій дистанційного зондування для моніторингу та картографування ризику. Обґрунтовано доцільність адаптації індексів пожежної безпеки до регіональних умов України та необхідність інтеграції принципів risk-based management відповідно до стандарту ISO 31000. Запропоновано практичні рекомендації та індикатори ефективності, що можуть бути використані лісогосподарськими підприємствами для підвищення стійкості лісових екосистем і зменшення масштабів пожежних загроз.

Ключові слова: профілактика пожеж, управління горючими матеріалами, показник пожежної безпеки FWI, управління ризиками.

Вступ. Лісові пожежі становлять одну з найбільш критичних загроз для лісових екосистем, соціально-економічної стабільності та екологічної безпеки України, а глобальна зміна клімату суттєво посилює їхню частоту, інтенсивність і непередбачуваність. Згідно з оцінками IPCC (2021), регіони з континентальним і субконтинентальним типами клімату, зокрема Східна Європа, вже стикаються зі збільшенням пожежної безпеки у зв'язку з підвищенням температури, частішими періодами посухи та екстремальними погодними явищами. У звітах UNEP (2022) наголошено, що поєднання високої температури, низької вологості та накопичення горючих матеріалів сприяє поширенню ландшафтних пожеж, які спроможні перерости в масштабні надзвичайні ситуації. Подібні тенденції є характерними також для України, де збільшення температури повітря, дефіцит опадів і подовження пожежонебезпечного періоду істотно підвищують ризик виникнення лісових пожеж, особливо у хвойних лісах Полісся (Baliuk *et al.*, 2020). Аналіз багаторічної динаміки свідчить про значну мінливість річної кількості пожеж і площ, пройдених вогнем, що зумовлено спільним впливом кліматичних та антропогенних чинників (Zibitsev *et al.*, 2019).

Європейські дослідження свідчать, що одним із ключових просторових чинників ризику є зони wildland-urban interface (WUI), де урбанізовані території безпосередньо межують із лісовими масивами (European Commission, 2021; San-Miguel-Ayanz *et al.*, 2023). Пожежі в таких зонах створюють значні екологічні й соціальні загрози для населення та інфраструктури. В Україні подібні процеси відбуваються в соснових масивах Полісся, Лівобережжя та регіонах із високим рекреаційним навантаженням (State Forest Resources Agency of Ukraine, 2023; State Emergency Service of Ukraine, 2023).

¹ Портянко Тетяна Михайлівна, кандидат технічних наук, доцент, Черкаський державний технологічний університет, бульвар Шевченка, 460, Черкаси, 18000, Україна. E-mail: portyanko11@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3935-5178>

² Ротте Сергій Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, Черкаський державний технологічний університет, бульвар Шевченка, 460, Черкаси, 18000, Україна. E-mail: red3spirit@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1281-1241>

*Адреса для кореспонденції: portyanko11@gmail.com

Національна нормативна база частково регламентує підходи до охорони лісів від пожеж. Постанови Кабінету Міністрів України № 610–612 формулюють організаційні принципи системи охорони лісів і профілактики пожеж, а Правила пожежної безпеки в лісах України визначають обов’язкові превентивні заходи (Cabinet of Ministers of Ukraine, 2018). Водночас ефективність практичної реалізації значною мірою залежить від методичних рекомендацій щодо підвищення пожежної стійкості лісів і організації профілактичних робіт (Voron *et al.*, 2020; State Emergency Service of Ukraine, 2021).

Міжнародні рекомендації FAO наголошують на необхідності інтегрованого підходу до управління пожежами, що охоплює профілактику, готовність, реагування та відновлення (FAO, 2006; 2020). Особливу увагу приділяють управлінню паливними матеріалами шляхом механічного проріджування, санітарних рубок і застосування контрольованих випалювань, які довели ефективність у зниженні інтенсивності пожеж (Fernandes, 2013; Stephens *et al.*, 2013; Moritz *et al.*, 2014).

У країнах ЄС ключовим інструментом оцінювання пожежної небезпеки є Fire Weather Index (FWI), інтегрований у систему EFFIS і широко застосовуваний для оперативного моніторингу та планування профілактичних заходів (San-Miguel-Ayanz *et al.*, 2023). Його структуру та принципи розрахунку детально описано в матеріалах Canadian Forest Service (2023). Поєднання FWI з геоінформаційними технологіями та даними дистанційного зондування дає змогу створювати просторові карти ризику та моделювати поведінку пожеж.

Складність пожежних ризиків, що постійно зростає, зумовлює необхідність переходу до risk-based management відповідно до ISO 31000 (ISO, 2018). Національним підґрунтям для впровадження цих принципів є ДСТУ ISO 31000:2018 (State Standard of Ukraine, 2018), що гармонізує міжнародні підходи до управління ризиками в умовах України.

У цьому контексті постає наукова проблема: які сучасні науково обґрунтовані методи профілактики та мінімізації ризиків лісових пожеж можуть бути ефективно інтегрованими в практику лісогосподарського менеджменту України з урахуванням міжнародного досвіду та національних особливостей?

Метою роботи є систематизація сучасних методів профілактики й мінімізації ризиків лісових пожеж та обґрунтування можливостей їхньої адаптації до умов лісогосподарського менеджменту України.

Матеріали й методи. У дослідженні застосовано методологію систематизованого огляду літератури, що ґрунтується на підходах PRISMA (Page *et al.*, 2021) та ROSES (Haddaway *et al.*, 2018), адаптованих до специфіки лісівничих досліджень. Проведено аналіз міжнародних звітів FAO, UNEP, IPCC, Європейської комісії, нормативно-правових документів України та рецензованих наукових публікацій з баз Scopus, Web of Science і Google Scholar за 2000–2024 рр. Застосовано тематичне групування, порівняльний і контент-аналіз. Обраний дизайн дав можливість комплексно охопити сучасні наукові публікації, міжнародні звіти та нормативно-правові документи, що регулюють протипожежні заходи. Основним дослідницьким питанням огляду було визначення сучасних ефективних методів профілактики та мінімізації ризиків лісових пожеж і можливостей їхньої адаптації до умов лісогосподарського менеджменту України. Для систематизації знайдених матеріалів джерела було згруповано за ключовими тематичними напрямками: чинники пожежної небезпеки в умовах кліматичних змін; методи оцінювання ризику (зокрема індекс Fire Weather Index – FWI); управління горючими матеріалами (механічне прорідження, санітарні рубки, контрольовані випалювання); сучасні системи моніторингу та ГІС-моделювання; інфраструктурні ризики та особливості зон WUI (wildland-urban interface); інтегроване risk-based управління ризиками відповідно до ISO 31000.

База охоплювала три основні групи матеріалів. Перша група містила міжнародні звіти та рекомендації FAO, UNEP, IPCC, Європейської комісії (зокрема дані EFFIS), а також міжнародні стандарти управління ризиками. Друга група складалася з офіційної статистики

та нормативно-правових актів України, зокрема документів Державного агентства лісових ресурсів України, Державної служби України з надзвичайних ситуацій, Правил пожежної безпеки в лісах України, Постанов Кабінету Міністрів України № 610–612 та національної шкали оцінки природної пожежної небезпеки. Третю групу становили рецензовані наукові публікації з наукометричних баз Scopus, Web of Science, Google Scholar та українських фахових видань, відібрані за тематикою управління ризиками, профілактики лісових пожеж, паливного навантаження, застосування індексів небезпеки FWI та ГІС-технологій. Пошук здійснювали українською та англійською мовами, а хронологічні рамки охоплювали 2000–2024 рр., з акцентом на останнє десятиліття.

Процедура відбору джерел відповідала послідовності PRISMA/ROSES і містила такі етапи: ідентифікацію публікацій за ключовими словами, скринінг назв та анотацій, оцінювання відповідності повних текстів тематичним напрямам і занесення до фінальної вибірки тих джерел, що містять науково обґрунтовані методи профілактики та управління ризиками. Відбір здійснювали за принципами релевантності, достовірності й практичної цінності для лісогосподарського менеджменту. До аналізу брали лише ті роботи, що висвітлюють вимірювані або якісно описані методи зменшення ризику, містять аналіз паливного навантаження, описують застосування FWI, ГІС або практик контрольованих випалювань, а також рекомендації щодо роботи в WUI-зонах.

Інформацію обробляли на основі тематичного групування, порівняльного аналізу методів, описового аналізу офіційних статистичних даних та контент-аналізу концепцій, що повторюються в міжнародних і національних дослідженнях. Статистичні тенденції, наведені в роботі, базуються тільки на оприлюднених даних Держлісагентства та ДСНС без проведення власних кореляційних або регресійних розрахунків. Синтез інформації здійснювали з метою виявлення найпоширеніших та науково обґрунтованих підходів до мінімізації ризиків, оцінювання можливостей впровадження таких підходів в Україні та узагальнення міжнародних практик, придатних для адаптації в українському лісогосподарському менеджменті.

До основних обмежень дослідження належать неповнота охоплення «сірої літератури», часові розбіжності в оновленні офіційної статистики України, а також спрощений характер застосування PRISMA/ROSES, зумовлений галузевою специфікою та відсутністю експериментальних чи моделювальних блоків. Водночас запропонований підхід забезпечив повноту охоплення тематики, відповідність вимогам наукової спільноти та можливість інтеграції висновків дослідження у практику управління ризиками лісових пожеж.

Результати. Аналіз сучасних наукових публікацій, міжнародних керівних документів та національних матеріалів засвідчив, що збільшення пожежної небезпеки в Україні є частиною загальноєвропейської тенденції, зумовленої поєднанням кліматичних змін, антропогенного навантаження та накопичення горючих матеріалів у лісових масивах. За даними Державного агентства лісових ресурсів України та ДСНС, кількість лісових пожеж і площа їхнього поширення протягом останнього десятиліття демонструють високу міжрічну мінливість, що корелює з погодними екстремумами та рівнем рекреаційного навантаження в окремих регіонах. Ці тенденції узгоджуються з європейськими дослідженнями, у яких відзначено подібність ризиків у хвойних лісах Центральної та Східної Європи (European Commission, 2021; San-Miguel-Ayanz *et al.*, 2023).

Узагальнення міжнародних джерел дало змогу виокремити три ключові групи факторів, що визначають рівень пожежної небезпеки:

- кліматичні (температура, тривалі періоди посухи, вітер);
- структурні (вік, тип і густота насаджень, обсяг паливного навантаження);
- антропогенні (рекреаційна діяльність, сільськогосподарські підпали, інфраструктурні ризики).

Особливо небезпечними є зони WUI (wildland-urban interface, зона взаємодії лісових і урбанізованих територій), де межування лісових масивів і забудови посилює ймовірність виникнення пожеж та ускладнює їхнє гасіння. Подібні закономірності описано в роботах Moritz *et al.* (2014), Keeley and Syphard (2019) тощо.

Аналіз літератури засвідчив, що найбільш ефективним методом зниження інтенсивності лісових пожеж є системне управління горючими матеріалами. Механічне проріджування, санітарні рубки та контрольовані (призначені) випалювання довели здатність істотно знижувати вертикальну й горизонтальну безперервність горючих матеріалів та обмежувати силу й швидкість поширення полум'я (Fernandes, 2013; Stephens *et al.*, 2013).

Оцінювання пожежної небезпеки на основі метеорологічних індексів є важливою складовою сучасних профілактичних систем. Найбільш поширеним індексом є Fire Weather Index (FWI), інтегрований у систему EFFIS. Його застосування дає можливість здійснювати оперативний прогноз пожежної небезпеки, однак для України потрібна регіональна адаптація через специфіку типів лісу та вологості підстилки.

Аналіз матеріалів Європейської комісії (European Commission, 2021) та UNEP (UNEP, 2022) свідчить, що сучасні системи моніторингу, які поєднують супутникові дані (Sentinel, Landsat, MODIS), дистанційне зондування, автоматизовані камери та безпілотики, значно підвищують ефективність раннього виявлення пожеж та оцінювання ризиків. В Україні подібні технології застосовують переважно фрагментарно.

Також виявлено, що інфраструктурні ризики (лінії електропередач, дороги, рекреаційні зони) є одними з ключових джерел займання. Міжнародний досвід демонструє ефективність профілактичних просік, очищення ЛЕП від сухостою, сенсорного моніторингу та локальних планів управління ризиками.

Обговорення. Отримані результати підтверджують, що управління горючими матеріалами є центральним елементом ефективної системи профілактики лісових пожеж. Механічні та вогневі методи зменшення паливного навантаження широко застосовують у країнах ЄС, США та Австралії, що забезпечує довготривалий тривалий ефект у зниженні інтенсивності пожеж. В Україні їхня ефективність залежить від типів лісу, доступності техніки, професійної підготовки персоналу та нормативних обмежень, зокрема щодо призначених випалювань.

Потреба в адаптації індексу FWI для умов України є очевидною. Застосування індексу без регіонального калібрування може занижувати або завищувати ризики, що впливає на ухвалення управлінських рішень. Тому необхідне поєднання FWI із локальними даними про пожежі та типовими характеристиками лісових масивів.

Впровадження ГІС-технологій, супутникового моніторингу та автоматизованих систем раннього виявлення відкриває значні можливості для підвищення оперативності реагування й точності оцінювання пожежних ризиків. Проте в Україні такі рішення поки не інтегровано в єдину національну систему управління пожежною безпекою, що знижує ефективність їхнього використання.

Управління ризиками відповідно до ISO 31000 дає можливість перейти від реактивного до проактивного лісогосподарського менеджменту. Поєднання кількісних (індекси, моделювання) і якісних (експертні оцінки, карти ризику) методів дає змогу точніше визначати найуразливіші території й оптимізувати розподіл ресурсів.

Сукупність міжнародного досвіду та українських умов свідчить про необхідність комплексного застосування таких підходів, як:

- систематичне управління паливними матеріалами;
- адаптовані індекси пожежної безпеки;
- ГІС-моделювання та цифрові системи моніторингу;
- контроль інфраструктурних ризиків;
- міжвідомча координація;

– стратегічне risk-based планування.

Реалізація цих заходів сприятиме переходу від переважно реактивних дій до більш ефективної, превентивної та стійкої моделі управління лісовими пожежами в Україні.

Висновки. Ефективна система профілактики та мінімізації ризиків лісових пожеж в Україні має охоплювати:

– системне зменшення паливного навантаження з використанням контрольованих випалювань та вибіркового рубок;

– упровадження адаптованих індексів пожежної небезпеки та їхнє регулярне оновлення;

– розвиток ГІС- та дистанційних технологій для створення динамічних карт ризику;

– удосконалення інфраструктурного захисту, особливо в WUI-зонах;

– поглиблення міжвідомчої координації та залучення громад;

– інтеграцію принципів risk-based management у стратегічне та оперативне планування.

Результати дослідження підкреслюють, що комплексне застосування цих підходів є необхідною умовою для зменшення кількості пожеж, мінімізації екологічних і соціально-економічних наслідків пожеж і забезпечення стійкого функціонування лісових екосистем України в умовах збільшення кліматичних ризиків.

Джерела фінансування. Це дослідження не отримало жодного гранту від жодної фінансової установи в державному, комерційному або некомерційному секторах.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Baliuk, S.A., Medvediev, V.V. and Shevchenko, O.M. (2020) 'Climate change and fire hazard of forest ecosystems in Ukraine', *Ukrainian Geographical Journal*, 3, pp. 32–41.
- Cabinet of Ministers of Ukraine (2022) *On approval of the Procedure for the organisation of forest protection and conservation*. Resolution No. 612 dated 20 May 2022. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/612-2022-%D0%BF#Text> (Accessed: 11 August 2025) (in Ukrainian).
- Canadian Forest Service (2023) *Canadian Wildland Fire Information System – Fire Weather Index*. Available at: <https://cwfis.cfs.nrcan.gc.ca> (Accessed: 11 August 2025).
- European Commission (2021) *Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2021*. Available at: <https://effis.jrc.ec.europa.eu> (Accessed: 11 August 2025).
- FAO (2006) *Fire management: voluntary guidelines. Principles and strategic actions*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO (2020) *Fire management global assessment: 2020 update*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fernandes, P.M. (2013) 'Fire-smart management of forest landscapes in the Mediterranean basin under global change', *Landscape and Urban Planning*, 110, pp. 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.10.014>
- Haddaway, N.R., Macura, B., Whaley, P. and Pullin, A.S. (2018) 'ROSES RepOrting standards for Systematic Evidence Syntheses: pro forma, flow-diagram and descriptive summary of the plan and conduct of environmental systematic reviews and systematic maps', *Environmental Evidence*, 7, 7. <https://doi.org/10.1186/s13750-018-0121-7>
- IPCC (2021) *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1> (Accessed: 11 August 2025).
- ISO (2018) ISO 31000:2018 Risk management Guidelines. Geneva: International Organization for Standardization.
- Keeley, J.E. and Syphard, A.D. (2019) 'Twenty-first century California, USA, wildfires: fuel-dominated vs. wind-dominated fires', *Fire Ecology*, 15, 24. <https://doi.org/10.1186/s42408-019-0041-0>
- Moritz, M.A. Enric, B., Bradstock, R.A., A. Malcolm Gill, John Handmer, Paul F. Hessburg, Justin Leonard, Sarah McCaffrey, Dennis C. Odion, Schoennagel T. and Syphard A.D. (2014) 'Learning to coexist with wildfire', *Nature*, 515, pp. 58–66. <https://doi.org/10.1038/nature13946>
- Page, M.J., McKenzie J.E., Bossuyt, P.M., Boutron I., Hoffmann T.C., Mulrow C.D. et al. (2021) 'The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews', *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- San-Miguel-Ayanz, J., Durrant, T., Boca, R., Maianti, P., Liberta', G., Jacome Felix Oom, D., Branco, A., De Rigo, D., Suarez-Moreno, M., Ferrari, D., Roglia, E., Scionti, N., Broglia, M., Onida, M., Tistan, A. and Loffler, P. (2023) *Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2022*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/348120>
- State Forest Resources Agency of Ukraine (2023) *Official statistics on forest fires*. Available at: <https://forest.gov.ua> (Accessed: 11 August 2025) (in Ukrainian).

- State Emergency Service of Ukraine (2021) *Methodical recommendations on reducing the risk of forest fires and response measures*. Available at: <https://dsns.gov.ua> (Accessed: 11 August 2025) (in Ukrainian).
- State Emergency Service of Ukraine (2023) *Analytical data on fires and emergencies*. Available at: <https://dsns.gov.ua> (Accessed: 11 August 2025) (in Ukrainian).
- State Standard of Ukraine (2018) *DSTU ISO 31000:2018 Risk management. Principles and guidelines (ISO 31000:2018, IDT)*. Kyiv: National Standard (effective from 2019-01-01).
- Stephens, S.L. Agee, J. K., Fulé, P. Z., North, M. P., Romme, W. H., Swetnam, T. W. and Turner M. G. (2013) 'Managing forests and fire in changing climates', *Science*, 342, pp. 41–42. <https://doi.org/10.1126/science.1240294>
- UNEP (2022) *Spreading Like Wildfire: The Rising Threat of Extraordinary Landscape Fires*. Available at: <https://www.unep.org/resources/report/spreading-wildfire-rising-threat-extraordinary-landscape-fires> (Accessed: 11 August 2025).
- Voron, V.P., Koval, I.M., Sydorenko, S.H., Melnyk, Ye.Ye., Bolohov, O.Yu., Tkach, O.M. and Tymoshchuk, I.V. (2020) Recommendations for measures to improve the fire resistance of forests and methods for predicting their post-fire development. Kharkiv: URIFFM. Available at: <https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/perelik-dokumentiv-shcho-shvaleni-naukovo-tehnichnoyu-radoyu/t7recommendationsforestsfireresistance.pdf> (Accessed: 11 August 2025) (in Ukrainian).
- Zibtsev, S., Soshenskyi, O., Gumeniuk, V. and Koren, V. (2019) 'Long term dynamic of forest fires in Ukraine', *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 10(3), pp. 27–40. <http://dx.doi.org/10.31548/forest2019.03.027>

METHODS FOR MITIGATING AND MINIMIZING FOREST FIRE RISKS IN THE UKRAINIAN FOREST MANAGEMENT SYSTEM

Portyanko T. M.^{1*}, Rotte S. V.²

The article presents a systematic review of contemporary approaches to the forest fire risk prevention and mitigation within the context of forest management in Ukraine. Based on a structured analysis of scientific literature, international guidelines (FAO, UNEP, and the European Commission), and national regulatory documents, the study identifies key drivers of fire hazard, including climate change, fuel accumulation, and increasing risks in wildland–urban interface (WUI) zones. International experience demonstrates the effectiveness of integrated fuel management, prescribed burning, application of the Fire Weather Index (FWI), and the use of GIS and remote sensing technologies for monitoring and risk mapping. The study emphasizes the need to adapt fire danger indices to regional conditions in Ukraine and highlights the importance of implementing risk-based management principles in accordance with ISO 31000. Practical recommendations and performance indicators are proposed to strengthen fire mitigation strategies, enhance forest ecosystem resilience, and reduce environmental and socio-economic losses caused by forest fires.

К е y w o r d s : fire mitigation, fuel management, Fire Weather Index (FWI), risk-based management.

Дата надходження рукопису 24.09.2025

Дата прийняття до друку 28.11.2025

Дата публікації 29.12.2025

¹ Portyanko Tetiana, PhD (Technical Sciences), Associate Professor, State Technological University of Cherkasy, 460 Shevchenko Boulevard, Cherkasy, 18000, Ukraine. E-mail: portyanko11@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3935-5178>

² Rotte Serhii, PhD (Technical Sciences), Associate Professor, State Technological University of Cherkasy, 460 Shevchenko Boulevard, Cherkasy, 18000, Ukraine. E-mail: red3spirit@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1281-1241>

* Correspondence: portyanko11@gmail.com

ЗАХИСТ ЛІСУ

УДК 595.7: 632.7 : 630.4

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.147.2025.86>**СЕЗОННА ДИНАМІКА ЗАСЕЛЕННЯ КОМАХАМИ-КАРПОФАГАМИ ЖОЛУДІВ
ДУБА ЗВИЧАЙНОГО В ЛІСОВИХ СМУГАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**В. М. Ус¹*

У лісових смугах із переважанням дуба звичайного ранньої форми на території Навчально-науково-виробничого центра (ННВЦ) «Дослідне поле Докучаєвське» Державного біотехнологічного університету (ДБТУ) досліджували особливості заселення жолудів окремими видами комах-карпофагів і їхнє поширення упродовж вегетаційного періоду. Визначено, що вегетація дуба розпочалася на 15 днів раніше від багаторічних дат. Розмір листків досяг максимального значення у II декаді травня, довжина пагонів – у III декаді травня. Ріст зав'язей жолудів тривав від III декади травня до I декади вересня, сума активних температур сягала 2 149,7°C. Серед 1 200 жолудів, проаналізованих за період від II декади липня до кінця жовтня, 38,5 % були заселені комахами-карпофагами, зокрема жолудевим довгоносиком – 23,4 %, плодоядерами – 12,2 %, а жолудевою міллю – 2,9 %. Серед плодів із наявністю личинок (462 екз.) заселені довгоносиком становили 60,8 %, плодоядерами – 31,6 %, а жолудевою міллю – 7,6 %. Жолудевий довгоносик заселяв зав'язі з I декади липня (коли довжина жолудя не перевищувала 10 мм), плодоядери – з III декади липня, а жолудева міль – з I декади серпня. Незважаючи на прискорення затвердіння оболонки жолудів з II декади липня, комахи-карпофаги проникали у зав'язі через тріщини та отвори, прогризені іншими видами комах.

Ключові слова: *Curculio glandium*, *Cydia amplana*, *Cydia splendana*, *Blastobasis glandulella*, сума активних температур.

Вступ. Дуб звичайний (*Quercus robur* L.) є одним із найпоширеніших лісоутворювальних видів на території України. Частка дубових насаджень у лісовому фонді України сягає 27 % (Tkach *et al.*, 2019). Цей вид також широко презентований у лісових смугах і зелених насадженнях населених пунктів (Meshkova *et al.*, 2024; 2025). Останнім часом санітарний стан дубових насаджень погіршується в різних регіонах (Gosling *et al.*, 2024; Hartmann *et al.*, 2025; Langer *et al.*, 2025; Marques *et al.*, 2025) під впливом зміни клімату та значного антропогенного навантаження. Для відновлення загублених і створення нових дубових насаджень потрібно заготовляти достатню кількість жолудів у насадженнях із найкращими показниками росту та стійкості, на постійних лісонасінних ділянках і насінневих плантаціях (*Guidelines for forest seed production*, 2017). Водночас плодоношення дуба не є регулярним, а жолуді в процесі їхнього розвитку пошкоджують комахи-карпофаги (Boivin and Auger-Rozenberg, 2016). Видовий склад комах-карпофагів дуба, поширеність, шкідливість і періоди заселення зав'язей мають відмінності в різних регіонах і насадженнях (Csóka and Hirka, 2006; Gaytán *et al.*, 2024; Buschmann, 2025). На території України карпофагам дуба до останнього часу було присвячено поодинокі дослідження (Meshkova *et al.*, 2024). Лише після виявлення чужоземного виду – жолудевої молі *Blastobasis glandulella* (Riley, 1871) (Blastobasidae) (Adamski and Brown, 2022), яка заселяє не тільки жолуді дубів, але й плоди видів родів *Juglans* та *Aesculus*, було підвищено увагу до зазначених питань (Zinchenko *et al.*, 2023; Sokolova, 2024; Andreeva *et al.*, 2025; Sokolova *et al.*, 2025; Us *et al.*, 2025). Зокрема, на сході України, крім зазначеного чужоземного виду, визначено три аборигенних види шкідників жолудів – жолудевого довгоносика (*Curculio glandium* Marsh., 1802; Coleoptera: Curculionidae), сипу (*Cydia splendana* (Hübner, 1799) та іржаву (*Cydia amplana* (Hübner, 1799) жолудевих плодоядер (Lepidoptera: Tortricidae), причому поширеність окремих видів варіювала як за областями (Чернігівською, Полтавською та Харківською), так і за біотопами (Us *et al.*, 2025). Виявлені комахи-карпофаги різняться за термінами сезонного розвитку й датами можливого заселення жолудів, що ускладнює

¹ Ус Владислав Миколайович, аспірант, Державний Біотехнологічний Університет, вул. Алічевських 44, Харків, 61002, Україна. E-mail: vladyslav_93@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6685-8038>

Науковий керівник – д-р, с.-г. наук, професор В.Л. Мешкова.

*Адреса для кореспонденції: vladyslav_93@ukr.net

планування та здійснення заходів захисту врожаю. Згідно із цим метою досліджень було визначити терміни заселення жолудів окремими видами комах-карпофагів та особливості їхнього поширення упродовж вегетаційного періоду.

Матеріали й методи. Дослідження проведено у квітні – жовтні 2025 р. на ділянках лісових смуг (49°89' пн. ш., 36°45' сх. д.) на території Навчально-науково-виробничого центра (ННВЦ) «Дослідне поле Докучаєвське» Державного біотехнологічного університету (ДБТУ), де ростуть переважно дерева дуба звичайного (*Quercus robur* L.) ранньої фенологічної форми. Починаючи з I декади квітня оглядали дерева з метою визначення дат початку розвитку вегетативних і генеративних органів на модельних дубах та наявності комах-карпофагів. Після розкриття бруньок щотижня фіксували розмір листків, після появи помітних зав'язей жолудів вимірювали штангенциркулем їхні довжину та діаметр. Після виявлення перших заселених комахами-карпофагами зав'язей (I декада липня) та до їхнього опадання щотижня збирали по 100 екземплярів жолудів, вимірювали їхні діаметр і довжину, фіксували наявність отворів, тріщин, яєць комах-карпофагів. Під час розтинання жолудів визначали види комах-карпофагів за зовнішніми ознаками личинок з урахуванням публікацій (Adamski and Brown, 2022; Lepiforum e.V., 2025 (<https://lepiforum.org/>)), власного досвіду з утримання заселених жолудів у контрольованих умовах до одержання імаго (Us et al., 2025) та виготовлення препаратів геніталій (Stankevych and Gornovska, 2022). Під час аналізу динаміки заселення жолудів комахами-карпофагами дані стосовно видів плодожерок роду *Cydia* Hübner, 1825 зараховували разом, оскільки в молодших віках їх важко розрізнити.

Для аналізу погодних умов взято показники температури за даними метеостанції Харків (50°0'21" пн. ш.; 36°13'45" сх. д.) за 2025 р. та багаторічні дані за 1990–2019 рр. Суми активних температур понад 10°C і дати стійкого переходу температури повітря через 5, 10 і 15°C розраховували згідно з методикою Мешкової (Meshkova, 2009).

Одержані дані стосовно розміру жолудів, кількості личинок виявлених комах-карпофагів та суми активних температур за період із температурою понад 10°C групували станом на кінець кожної декади.

Поширеність *C. glandium*, *B. glandulella* або видів роду *Cydia* Hübner, 1825 станом на кінець кожної декади визначали як частку жолудів, заселених відповідними видами комах-карпофагів, від загальної кількості жолудів і кількості заселених жолудів, виражену у відсотках.

Похибку показника поширеності поселень окремих шкідників визначали за формулою (1):

$$Sx = \sqrt{\frac{P\% \times (100 - P\%)}{N}}, \quad (1)$$

де Sx – похибка; $P\%$ – значення показника у відсотках; N – кількість жолудів у вибірці (Atramentova and Utievska, 2007).

Середні значення вимірюваних показників у кожній вибірці та відповідні стандартні похибки визначали засобами пакету програм MS Excel.

Результати. У 2025 р. стійкий перехід температури повітря через 5°C відбувся в другій половині березня, а через 10°C – 5 квітня, що є на 15 днів ранішим від багаторічних дат. Водночас стійкий перехід температури повітря через 15°C відбувся 14 травня, що майже відповідає багаторічним даним (13 травня в середньому за 1990–2019 рр.) (рис. 1).

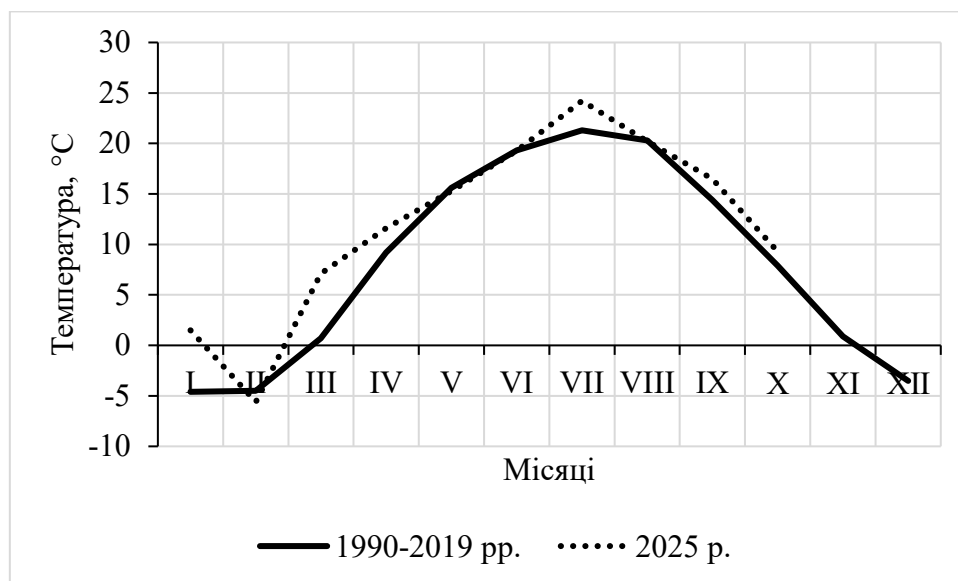


Рис. 1 – Динаміка середніх місячних температур повітря у 2025 р.

і за багаторічними даними (1990–2019 рр.) метеостанції Харків (50°0'21" пн. ш.; 36°13'45" сх. д.)

Fig. 1 – Dynamics of average monthly air temperatures in 2025 and according to long-term data (1990–2019) from the Kharkiv weather station (50°0'21" N; 36°13'45" E)

Розкриття бруньок на деревах дуба ранньої форми відзначено в II декаді квітня. Розміри листків і пагонів збільшувалися спочатку повільно, а від III декади квітня до II декади травня – швидко (рис. 2). Середній розмір листків у II декаді травня досяг максимального значення ($10,3 \pm 1,62$ см). Пагони продовжували ріст, а їхня середня довжина станом на III декаду травня сягала $8,3 \pm 0,97$ см. Зав'язі жолудів станом на III декаду травня мали діаметр $1,79 \pm 0,43$ мм.

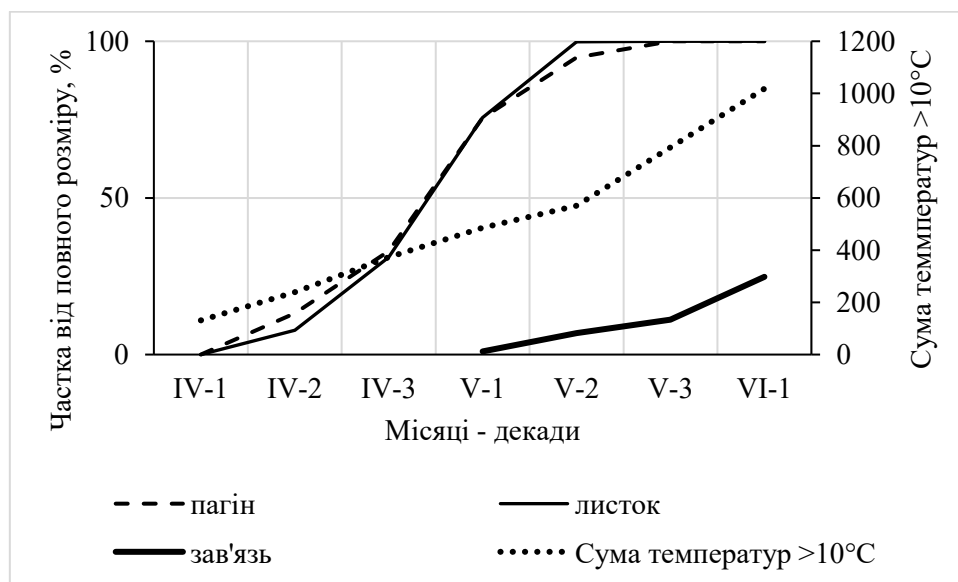


Рис. 2 – Динаміка росту пагонів, листків і зав'язей жолудів дуба звичайного та накопичення суми активних температур до початку заселення комахами-карпофагами

Fig. 2 – Dynamics of growth of shoots, leaves and acorns of English oak and cumulative sum of active temperatures before the beginning of colonization by carpophagous insects

Починаючи від кінця травня і до початку вересня тривало майже лінійне збільшення довжини та діаметра зав'язей, а надалі ріст припинився (рис. 3). За період від III декади травня до I декади вересня сума активних температур сягала $2\,149,7^{\circ}\text{C}$.

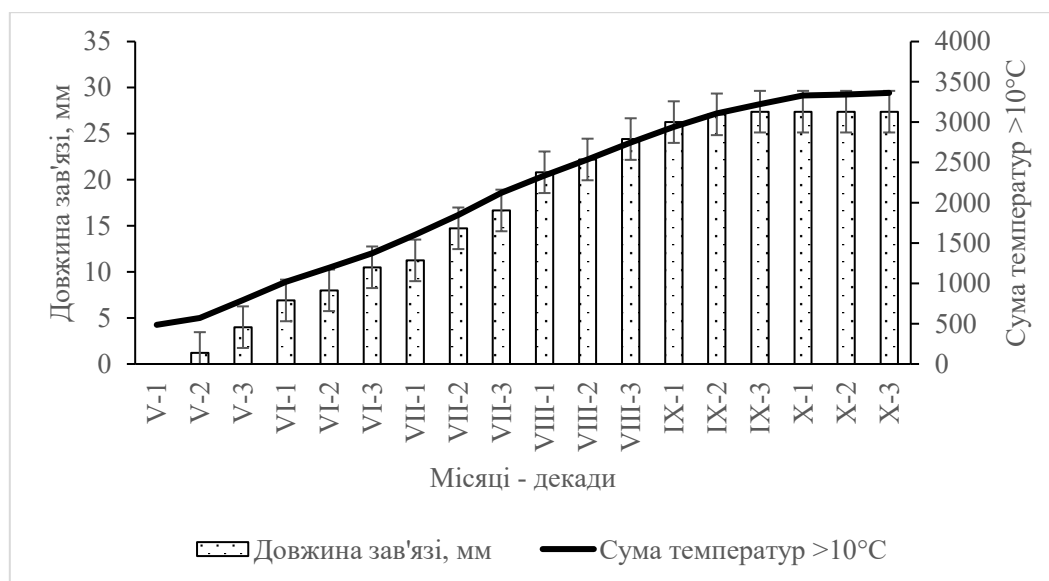


Рис. 3 – Динаміка збільшення довжини зав'язей жолудів дуба звичайного та накопичення суми активних температур у 2025 р. (планки – стандартні похибки)

Fig. 3 – Dynamics of increase in the acorn length of English oak acorns and cumulative sum of active temperatures in 2025 (bars – standard errors)

Жуків жолудевого довгоносіка на гілках дуба було виявлено 15 травня, коли листя та пагони майже досягли повного розміру. Жуки здійснювали додаткове живлення соком листків, а пізніше – молодих зав'язей, на яких було видно потемніння – відмирання тканин біля місць укусів. Жолудевий довгоносік першим серед карпофагів заселяв зав'язі жолудів. Його яйця всередині плюски та в товщі оплодня виявляли вже 4 липня, коли довжина жолудя не перевищувала 10 мм.

Розрахунок часток довжини зав'язі від максимальної станом на кінець кожної декади обліку свідчить, що цей показник становив 50 % у II декаді липня, коли сума активних температур понад 10°C становила 1 849°C (рис. 4).

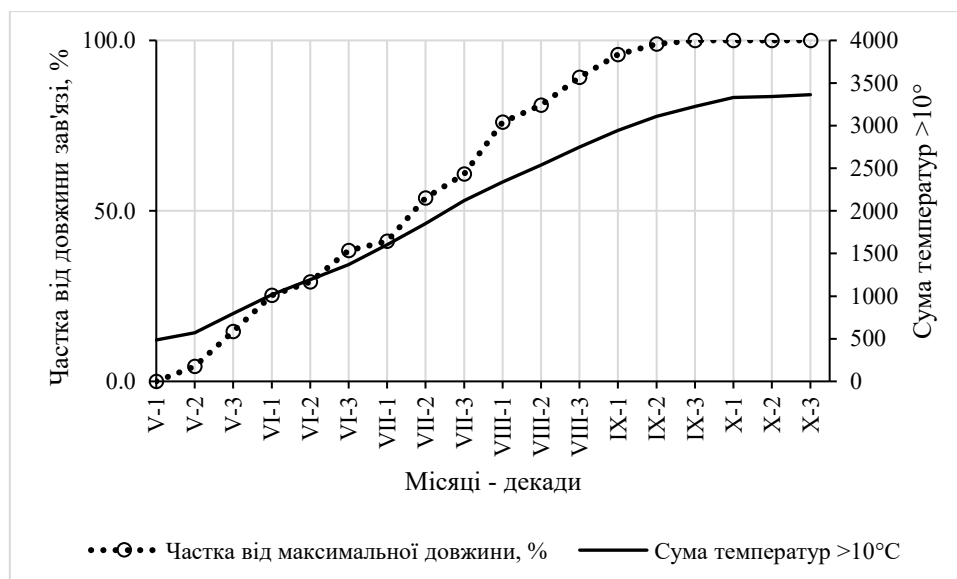


Рис. 4 – Динаміка збільшення частки довжини зав'язей жолудів дуба звичайного від максимального значення та накопичення суми активних температур у 2025 р.

Fig. 4 – Dynamics of increase in the proportion of the length of the English oak acorns from the maximum value and cumulative sum of active temperatures in 2025

Саме в цей період прискорилося затвердіння оболонки жолудя, що ускладнювало проникнення комах-карпофагів (Reut *et al.*, 2022).

Заселеність жолудів окремими видами комах-карпофагів змінювалася протягом періоду обліку (рис. 5).

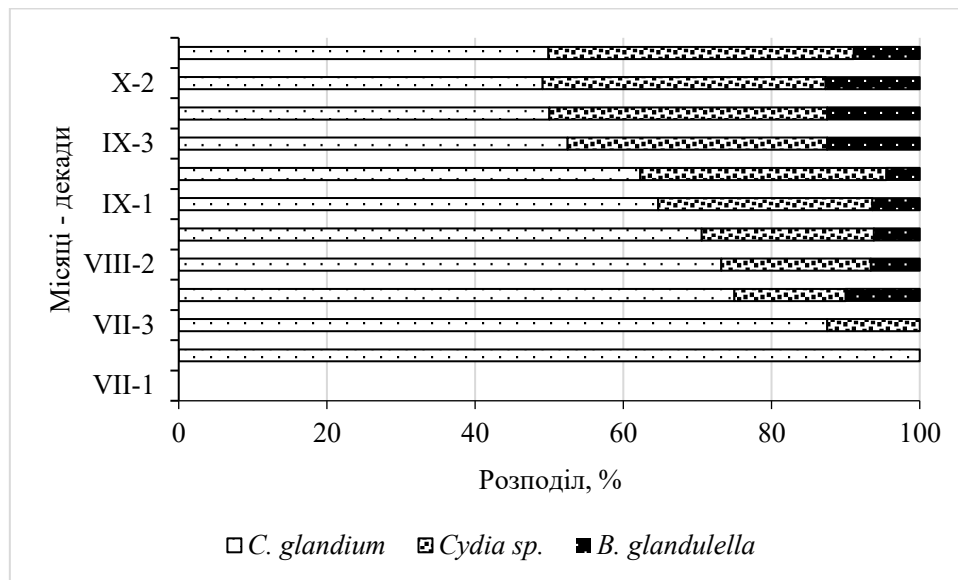


Рис. 5 – Співвідношення жолудів, заселених різними видами комах-карпофагів, у зразках, відібраних від I декади липня до кінця жовтня

Fig. 5 – The proportion of acorns inhabited by different species of carpophagous insects in samples taken from the first decade of July to the end of October

До III декади липня під час розтинання жолудів у них виявляли лише личинок жолудевого довгоносика (див. рис. 5). У III декаді липня під час розтинання жолудів визначали гусениць плодожерок роду *Cydia* Hübner. Чужоземну жолудеву міль усередині жолудів виявляли лише в I декаді серпня. У подальші декади в зразках жолудів траплялися представники всіх зазначених карпофагів. Водночас частка жолудів, заселених довгоносом, від усіх заселених жолудів монотонно зменшувалася від 100 % у II декаді липня до 75 % у I декаді серпня й до 50 % у I декаді жовтня.

Метелики плодожерок вилітали з лялечок у червні. Після парування вони відкладали яйця іноді на поверхню плюски, а іноді – на листя поблизу плодоніжок зав'язей жолудів, а гусениці після вилуплення прогризали оплодень і проникали всередину жолудя. Можливо, що заселені плодожерками зав'язі знаходилися у верхніх частинах крони й тому були помічені нами доволі пізно. Вже в III декаді липня частка жолудів, заселених плодожерками, від усіх заселених жолудів становила 12,5 % і надалі збільшувалася, становлячи майже 30 % у I декаді вересня й 41,2 % у III декаді жовтня, що ненабагато поступалося відповідному показнику поширення жолудевого довгоносика (49,1 %) (див. рис. 5).

Результати розтинання жолудів у різні декади свідчать, що частка жолудів, заселених жолудевою міллю, від усіх жолудів, заселених карпофагами, зменшувалася від 10 до 4,5 % від I декади серпня до II декади вересня, а вже в наступні декади трималася на рівні 12,5–12,7 % (див. рис. 5).

Розтинання 1 200 жолудів, зібраних від II декади липня до кінця жовтня, виявило, що 38,5 % із них були заселені комахами-карпофагами (рис. 6). Жолуді, заселені довгоносом, переважали (23,4 %). Плодожерок виявляли майже вдвічі менше (12,2 %), а жолудеву міль – лише у 2,9 % жолудів. Серед плодів із наявністю личинок (462 екз.) заселені довгоносом становили 60,8 %, плодожерками – 31,6 %, а жолудевою міллю – 7,6 %.

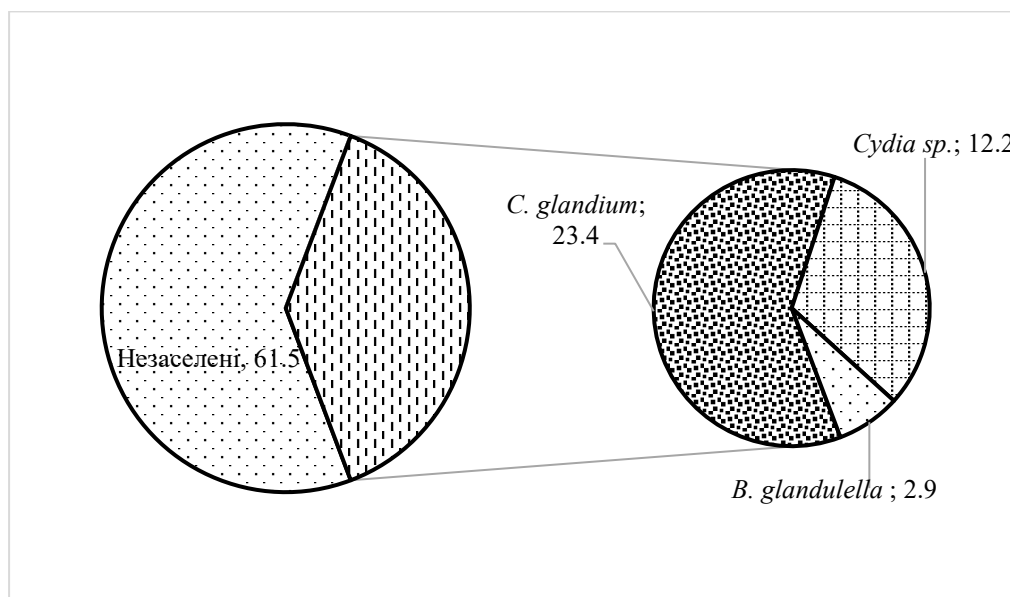


Рис. 6 – Розподіл проаналізованих жолудів (%) на незаселені та заселені, а заселених – за видами комах-карпофагів

Fig. 6 – Distribution of analyzed acorns (%) into uninhabited and inhabited, and inhabited ones by carpophagous insect species

Личинки жолудевої молі іноді траплялися в жолудях разом із іншими карпофагами, а також у жолудях, де залишалися сліди їхньої життєдіяльності.

Обговорення. У регіоні наших досліджень виявлено аборигенні види – жолудевого довгоносика (*Curculio glandium* Marsh., 1802; Coleoptera: Curculionidae), сипу (*Cydia splendana* (Hübner, 1799) та іржаву (*Cydia amplana* (Hübner, 1799) жолудевих плодожерок (Lepidoptera: Tortricidae), а також чужоземний вид – жолудеву міль – *Blastobasis glandulella* (Riley, 1871) (Blastobasidae). Імаго зазначених видів живуть відкрито, а личинки значну частину періоду розвитку мають потаємний спосіб життя, а зимують у ґрунті або у тріщинах кори окоренової частини стовбура (Strong *et al.*, 2023). Личинки *B. glandulella* можуть переповзати з одного жолудя в інший (Sokolova, 2024). Чисельність і життєздатність карпофагів, як й інших комах, залежить від доступності корму. Оскільки плодоношення дуба не є регулярним, а жолуді доступні для заселення нетривалий час, карпофаги дуба змогли певною мірою адаптуватися, зокрема синхронізувавши власний сезонний розвиток із розвитком зав'язей і розвинувши спроможність знаходитися в діпаузі протягом декількох років за відсутності врожаю (Tougeron, 2019). Водночас шкода від карпофагів особливо збільшується наступного року після великого врожаю (Csóka and Hirka, 2006; Boivin and Auger-Rozenberg, 2016).

Нами простежено сезонну динаміку заселення жолудів дуба звичайного виявленими карпофагами (рис. 5) та зіставлено її з показниками весняного розвитку листя й пагонів дуба та накопиченням суми активних температур понад 10°C за цей період (рис. 2–4). Нами виявлено, що жолудевий довгоносик першим серед карпофагів заселяв зав'язі жолудів і мав найбільше поширення впродовж більшої частини сезону (див. рис. 5). Це можна пояснити тим, що цей вид є аборигенним, найбільш пристосованим до сезонного розвитку дуба звичайного в регіоні; зокрема після вильоту з місць зимівлі жуки мають живитися соком молодих листків, а пізніше – зав'язей (Csóka and Hirka, 2006; Boivin and Auger-Rozenberg, 2016). Під час проколювання зав'язі з метою живлення самка відчуває, коли жолудь має достатній розмір і товщину оболонки, щоб відкладене яйце успішно завершило розвиток (Reut *et al.*, 2022). Тоді самка відкладає яйце безпосередньо у зав'язь.

Плодожерки, на відміну від довгоносика, відкладають яйця на листі, іноді на поверхні плоду, а личинки проникають у плід після вилуплення (Oltean *et al.*, 2014; Strong *et al.*, 2023).

Оскільки оболонка плоду доволі швидко твердіє (Reut *et al.*, 2022), личинки плодожерок мають менше можливостей заселити жолуді, ніж довгоносик, але їхній період льоту є більш тривалим (Oltean *et al.*, 2014; Gaytán *et al.*, 2024), а також вони спроможні заселяти жолуді з тріщинами, навіть коли оболонки плодів уже затверділи.

Жолудева міль, яка з'явилася в регіоні дослідження нещодавно (Zinchenko *et al.*, 2023), мала набагато меншу поширеність, ніж аборигенні види (рис. 6). В інших регіонах України вона виявилася також менш поширеною (Us *et al.*, 2025). Водночас переваги жолудевої молі полягають у тому, що її личинки найбільш ефективно використовують кормовий ресурс, перетворюючи вміст жолудя на потерт, а також спроможні переповзати з одного жолудя в інший як на землі, так і в кронах (Sokolova, 2024). До того ж імаго жолудевої молі заселяють зав'язі плодів лише в кронах, причому не тільки дуба, але й рослин інших родів, зокрема *Juglans L.*, *Aesculus L.* та *Castanea Tourn.* (Sokolova *et al.*, 2025).

Одержані попередні дані стосовно сезонного розвитку основних карпофагів дуба в районі досліджень свідчать, що загроза заселення зав'язей дуба є найбільшою у другій декаді липня (див. рис. 5). Водночас, оскільки заселення плодів триває декілька тижнів, за високої загрози врожаю жолудів обприскування крон дозволеними інсектицидами доцільно здійснювати не менше ніж два рази з інтервалом 2–3 тижні.

Зважаючи на те, що для всіх виявлених карпофагів дуба є характерною зимівля на стадії личинки переважно в ґрунті, а для плодожерок – також у тріщинах кори окоренової частини стовбура, перспективним може бути механічне знищення цих шкідників або застосування препарату Боверин, створеного на основі ентомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. (Aldebis *et al.*, 2017).

Висновки.

1. У 2025 р. стійкий перехід температури повітря через 5°C відбувся у другій половині березня, а через 10°C – 5 квітня, що є на 15 днів ранішим від багаторічних дат.

2. Розкриття бруньок на деревах дуба ранньої форми відбулося у II декаді квітня. Розмір листків досяг максимального значення у II декаді травня, довжина пагонів – у III декаді травня. За період лінійного збільшення довжини та діаметра зав'язей жолудів від III декади травня до I декади вересня сума активних температур сягала 2 149,7°C.

3. Серед 1 200 жолудів, зібраних і проаналізованих за період від II декади липня до кінця жовтня, 38,5 % були заселені комахами-карпофагами, зокрема жолудевим довгоноси́ком – 23,4 %, плодожерками – 12,2 %, жолудевою міллю – 2,9 %. Серед плодів із наявністю личинок (462 екз.) заселені довгоноси́ком становили 60,8 %, плодожерками – 31,6 %, жолудевою міллю – 7,6 %.

4. Жолудевий довгоносик заселяв зав'язі з I декади липня (коли довжина жолудя не перевищувала 10 мм), плодожерки – з III декади липня, а жолудева міль – з I декади серпня.

5. Незважаючи на прискорення затвердіння оболонки жолудів з II декади липня, комахи-карпофаги потрапляли в зав'язі через тріщини та отвори, прогризені іншими видами комах.

Подяки. Автор висловлює подяку анонімним рецензентам за цінні поради, корисні й конструктивні рекомендації та покращення тексту.

Джерела фінансування. Дослідження не отримало грантів від жодної фінансової установи в державному, комерційному або некомерційному секторах.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Adamski, D. and Brown, R.L. (2022) 'Larval, pupal, and adult morphology of the acorn moth, *Blastobasis glandulella* (Riley, 1871) (Lepidoptera: Gelechioidea: Blastobasidae)', *The Journal of the Lepidopterists' Society*, 76(1), pp. 10–20. <https://doi.org/10.18473/lepi.76i1.a2>
- Aldebis, H.K., Romero, Á., Hatem, A. and Vargas-Osuna, E. (2017) 'Carpophagous insects of holm oak in southern Spain and their susceptibility to *Beauveria bassiana* native isolates', *Integr. Prot. Oak For. IOBC-WPRS Bull*, 127, pp. 1–5.

- Andreeva, O.Yu., Martynchuk, I.V., Shvets, M.V., Tkachuk, V.V. and Gongalo, A.Y. (2025) 'Biotic factors of oak acorn damage', in *State and future of the forest branch, landscape architecture and land management. Proceedings of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Higher Education Students and Young Scientists* (SBTU, 14–15 October 2025). Kharkiv, pp. 11–12 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.5281/zenodo.17881815>
- Atramentova, L.O. and Utievska, O.M. (2007) *Group comparison and relations analysis: Biometrics*. Part II. Kharkiv: Ranok (in Ukrainian).
- Boivin, T. and Auger-Rozenberg, M.A. (2016) 'Native fruit, cone and seed insects in the Mediterranean Basin', in Paine, T.D., Lieutier, F. (eds.) *Insects and diseases of Mediterranean forest systems*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24744-1_4
- Buschmann, F. (2025) 'Faunisztikai adatok Magyarország molylepke faunájához (4.) (Lepidoptera: Elachistidae, Batrachedridae, Scythrididae, Blastobasidae, Stathmopodidae, Momphidae, Pterolonchidae, Lypusidae)', *Lepidopterologica Hungarica*, 21, pp. 133–149.
- Csóka, G. and Hirka, A. (2006) 'Direct effects of carpophagous insects on the germination ability and early abscission of oak acorns', *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 2, pp. 57–68.
- Gaytán, Á., Van Dijk, L.J., Faticov, M., Barr, A.E. and A.J. (2024) 'The effect of local habitat and spatial connectivity on urban seed predation', *American Journal of Botany*, e16333. <https://doi.org/10.1002/ajb2.16333>
- Gosling, R.H., Jackson, R.W., Elliot, M. and Nichols, C.P. (2024) 'Oak declines: Reviewing the evidence for causes, management implications and research gaps', *Ecological Solutions and Evidence*, 5(4), e12395. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12395>
- Guidelines for forest seed production* (2017) 2nd edn, supplemented and revised. Los, S.A., Tereshchenko, L.I., Gaida, Yu.I. et al. Kharkiv (in Ukrainian).
- Hartmann, H., Battisti, A., Brockerhoff, E.G., Belka, M., Hurling, R., Jactel, H., ... and Fischer, R. (2025) 'European forests are under increasing pressure from global change-driven invasions and accelerating epidemics by insects and diseases', *Journal für Kulturpflanzen*, 77(2), pp. 6–24. <https://doi.org/10.5073/JfK.2025.02.02>
- Langer, G.J., Bußkamp, J., Burkardt, K., Hurling, R., Plašil, P. and Rohde, M. (2025) 'Review on temperate oak decline and oak diseases with a focus on Germany', *Journal für Kulturpflanzen*, 77(2), pp. 36–49. <https://doi.org/10.5073/JfK.2025.02.04>
- Lepiforum e.V. (2025) *Bestimmung von Schmetterlingen und ihren Präimaginalstadien*. Available at: <https://lepiforum.org/> (https://lepiforum.org/wiki/page/Blastobasis_glandulella; https://lepiforum.org/wiki/page/Cydia_splendana; https://lepiforum.org/wiki/page/Cydia_amplana#Lebendfotos-Juengere-Raupenstadien) (Accessed: 2 October 2025).
- Marques, M., Bugalho, M.N., Acácio, V. and Catry, F.X. (2025) 'Disentangling research on oak decline factors in Mediterranean-type climate regions: A systematic review', *Trees, Forests and People*, 100803. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2025.100803>
- Meshkova, V. (2009) *Seasonal development of foliage browsing insects*. Kharkiv: Planeta-print. ISBN 978-966-2046-69-4 (in Ukrainian).
- Meshkova, V.L., Didenko, M.M., Raspopina, S.P., Bila, Yu.M. and Goroshko, V.V. (2024) *Natural seed regeneration of English oak in the southern part of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine*. Kharkiv: Fakt. ISBN 978-617-8175-25-2 (in Ukrainian).
- Meshkova, V., Stankevych, S., Koshelyaeva, Y., Korsovetskyi, V. and Borysenko, O. (2025) 'Climate-induced shift in the population dynamics of *Tortrix viridana* L. in Ukraine', *Forests*, 16, 1005. <https://doi.org/10.3390/fl6061005>
- Oltean, I., Fodoran, N., Florian, T. and Varga, M.I. (2014) 'Researches regarding the attack produced by *Cydia amplana* Hb. in UP II Badacin Şimleul Silvaniei Forestry Department. *Bulletin UASVM Horticulture*, 71(1), pp. 126–127.
- Reut, M., Jakubczyk, E., Chrabąszcz, M. and Moniuszko, H. (2022) 'Hard nut to crack. Acorn hardness implications on oviposition of the Acorn Weevil *Curculio glandium* Marsham, 1802 (Coleoptera: Curculionidae)', *Diversity*, 14(11), 922. <https://doi.org/10.3390/d14110922>
- Sokolova, I.M. (2024) 'Biological features and trophic specialization of the acorn moth *Blastobasis glandulella* (Riley, 1871) (Blastobasidae) in the Western Podillia', *Forestry and Forest Melioration*, 144, pp. 119–128 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.144.2024.119>
- Sokolova, I., Us, V. and Meshkova, V. (2025) '*Blastobasis glandulella*: a poorly studied alien pest of *Quercus*, *Juglans* and *Aesculus* fruits', in *Proceedings of the 2nd International Electronic Conference on Entomology, 19–21 May 2025*. MDPI: Basel, Switzerland, p.172. Available at: <https://sciforum.net/paper/view/22840> (Accessed: 2 October 2025).
- Stankevych, S.V. and Gornovska, S.V. (2022) *Methods of detection, collection and storage of insects: teaching aids*. Zhytomyr: Ruta Publishing house. ISBN 978-617-581-555-7 (in Ukrainian).
- Strong, W.B., Mangini, A.C. and Candau, J.N. (2023) 'Insects of reproductive structures', in Allison, J.D., Paine, T.D., Slippers, B., Wingfield, M.J. (eds) *Forest Entomology and Pathology. Volume 1: Entomology*. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-11553-0_16
- Tkach, V., Rumiantsev, M., Kobets, O., Luk'yanets, V. and Musienko, S. (2019) 'Ukrainian plain oak forests and their natural regeneration', *Forestry Studies*, 71, pp. 17–29. <https://doi.org/10.2478/fsmu-2019-0010>

- Tougeron, K. (2019) 'Diapause research in insects: historical review and recent work perspectives', *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 167, pp. 27–36. <https://doi.org/10.1111/eea.12753>
- Us, V.M., Dyshko, V.A., Porokhnyach, I.V. and Meshkova, V.L. (2025) 'Distribution of carpophages of English oak acorns in eastern Ukraine', in *Plant protection and quarantine in the 20th century: problems and prospects. Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference, dedicated to the anniversary of the birth of the founders of plant protection and quarantine, Prof. V. G. Averin, T.D. Strakhov, Y.T. Pokoziy and E. M. Biletsky*. Kharkiv, 23–24 October 2025. Kharkiv: Pravo, pp. 297–300. [ISBN 978-617-8617-57-8](https://doi.org/10.1111/eea.12753). (in Ukrainian).
- Zinchenko, O.V., Sokolova, I.M., Skrylnyk, Yu.Ye., Borysenko, O.I. and Kukina, O.M. (2023) 'New data on distribution and biology of *Blastobasis glandulella* (Riley, 1871) (Lepidoptera: Blastobasidae) in Ukraine', *The Kharkov Entomological Society Gazette*, 31(1), pp. 40–45 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36016/KhESG-2023-31-1-5>

SEASONAL DYNAMICS OF ENGLISH OAK ACORNS INFESTATION BY CARPOPHAGOUS INSECTS IN FOREST SHELTER BELTS IN KHARKIV REGION

Us V. M.^{1*}

In forest shelter belts dominated by the early form of English oak (*Quercus robur* L.) at the Educational, Scientific and Production Center "Dokuchaevske Experimental Field" of the State Biotechnological University (SBTU) in the Kharkiv region, the timing of acorn infestation by individual carpophagous insect species and their distribution during the growing season were studied. It was found that the oak vegetation began 15 days earlier than the long-term dates. The size of the leaves reached its maximum in the second decade of May, and the length of the shoots in the third decade of May. Acorn development lasted from the third decade of May to the first decade of September, with a cumulative sum of active temperatures of 2,149.7 °C. Among 1,200 acorns analyzed between the second decade of July and the end of October, 38.5% were inhabited by insects, in particular 23.4% by acorn weevil, 12.2% by tortricids, and 2.9% by acorn moth. Among the acorns containing larvae (462 specimens), 60.8% were inhabited by weevils, 31.6% by tortricids, and 7.6% by acorn moths. The acorn weevil inhabited the acorns from the first decade of July (when the length of the acorn did not exceed 10 mm), the *Cydia* sp. from the third decade of July, and the acorn moth from the first decade of August. Despite the accelerating hardening of the acorn shell beginning in the second decade of July, carpophagous insects were able to penetrate the acorns through natural cracks and holes gnawed by other insect species.

Keywords: *Curculio glandium*, *Cydia amplana*, *Cydia splendana*, *Blastobasis glandulella*, sum of active temperatures.

Дата надходження рукопису 10.11.2025

Дата прийняття до друку 12.12.2025

Дата публікації 29.12.2025

¹ Us Vladyslav, post-graduate student, State Biotechnological University, 44 Alchevskych Street, Kharkiv, 61002, Ukraine. E-mail: vladyslav_93@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6685-8038>
Scientific supervisor – Dr. Habil., Profesor Valentyna Meshkova.

* Correspondence: vladyslav_93@ukr.net



УДК 630. 416.16

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.147.2025.95>

ДИНАМІКА ПАТОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ЛІСАХ УКРАЇНИ ЗА 2018–2024 РОКИ

І. М. Усцький^{1*}, І. В. Жадан², В. А. Дишко³

Результати аналізу даних порталу «Моніторингу патологій лісу», впровадженого в практику 2021 р., свідчать про збільшення площ насаджень, що всихають, порівнюючи з 2018 р. (у 2021 р. – 111%) та поступове зменшення в наступні 2022, 2023 та 2024 рр. (81, 57 та 58 % відповідно), яке пов'язане з відсутністю інформації щодо стану насаджень на території воєнних дій. Серед насаджень із погіршенням стану 34–53 % площ становили деревостани сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), 25–38 % – дуба звичайного (*Quercus robur* L.), 5–9 % – ясеня звичайного (*Fraxinus excelsior* L.), 5–10 % – ялини європейської (*Picea abies* (L.) H.Karst.), 4–6 % – робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia* L.) та 6–9 % – всі інші. Обсяги всихання сосни за розглянутий період були найбільшими в лісах Столичного регіонального офісу (29–36 %). Понад половину (56–68 %) площ дубових деревостанів, стан яких погіршився, зареєстровано в лісах Центрального регіонального офісу, де також значні площі становили ясеневі (39–76 %) та робінієві деревостани (39–76 %), що всихають. Всихання ялиників переважало в лісах філій Карпатського регіону (77–93 %).

Ключові слова: санітарний стан лісів, *Pinus* sp., *Quercus* sp., *Fraxinus* sp., *Picea* sp., *Robinia* sp.

Вступ. Країни з розвиненим лісовим господарством зацікавлені в інформації щодо стану лісів. Вони керуються власними національними системами, що зумовлюють планування та проведення певних заходів профілактики поширення патологічних процесів і компенсації збитків, заподіяних різними джерелами негативного впливу, таким чином підтримуючи та покращуючи стан лісів.

У Польщі розроблено систему біологічного моніторингу (Boiko, 2007; Lech *et al.*, 2022), яка є одним із основних джерел інформації про санітарний стан лісів. Зокрема, одним із напрямів моніторингу є оцінювання зміни стану лісів у часі й просторі та аналіз зв'язків між санітарним станом лісів та біотичними й абіотичними чинниками довкілля. За результатами аналізу надають прогнози змін санітарного стану лісів. Фітопатологічний моніторинг є складовою загального біологічного моніторингу, його проводять у загальній мережі постійних пробних площ, закладених на всій території Польщі в насадженнях віком понад 40 років.

У США та Канаді спостереження за станом лісів здійснюють у системі «Моніторинг здоров'я лісів» (FHM) – це національна програма США, розроблена для оцінювання стану лісів, його змін і тенденцій на щорічній основі. Програма FHM використовує дані наземних обстежень, аерофотозйомок та інших джерел даних щодо біотичних та абіотичних чинників і розробляє аналітичні підходи для визначення заходів щодо поліпшення здоров'я лісів. FHM охоплює всі лісові землі завдяки партнерству Служби лісів USDA та інших державних і федеральних агентств і наукових груп (Forest Service U.S. Department of agriculture, 2025).

В Україні, починаючи від 1989 р., лабораторія моніторингу Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького (УкрНДІЛГА) впроваджує спостереження за станом лісів за системою ICP Forest (Європейська

¹ Усцький Іван Мирославович, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. E-mail: ivanuski1950@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7662-8721>

² Жадан Ірина Вікторівна, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. E-mail: zhdn010@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3854-230X>

³ Дишко Валентина Андріївна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник; Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. E-mail: valya_dishko@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2553-109X>

*Адреса для кореспонденції: ivanuski1950@ukr.net

технологія). Багаторівнева державна система моніторингу лісів в Україні (ДСМЛТУ) має поєднувати національну інвентаризацію лісів, моніторинг лісів I (екстенсивного) та II (інтенсивного) рівнів, геопросторові дані, дані лісовпорядкування, лісозахисту та інші джерела наявної інформації щодо лісів (Buksha *et al.*, 2019).

Результати спостережень за програмою ICP Forests в Україні опубліковано в щорічних офіційних звітах до 2015 р. Від 2016 р., через відсутність бюджетного фінансування, національну звітність із моніторингу лісів не формують і не надають ані до центральних органів виконавчої влади, ані до Міжнародної Спільної Програми UN-ECE ICP Forests. Основним недоліком для впровадження програми ICP Forests в Україні є відсутність спеціалізованих служб, які могли би провести відповідні обліки на мережі пробних площ у визначені терміни за визначеними методиками. Ці роботи покладають на ВО «Укрдержліспроект» і науковців УкрНДЛГА.

Лісопатологічний моніторинг є складовою основного моніторингу стану лісів. Це – система спостережень за станом лісів і порушенням їхньої стійкості внаслідок ураження хворобами, пошкодження комахами, впливу антропогенних чинників і кліматичних явищ. Основним завданням лісопатологічного моніторингу є виявлення й конкретизація місць тих чи інших лісопатологічних явищ як для кожного господарства, так і для країни загалом. Динаміка лісопатологічних процесів у часі та їхня залежність від регіону, таксаційних особливостей насаджень і чинників негативного впливу надає можливість прогнозувати поширення негативних змін у деревостанах та на цій основі планувати лісогосподарські заходи.

Мета досліджень – виявлення обсягів і тенденцій поширення патологічних процесів у лісах України за період 2018–2024 рр. на основі узагальнень даних спостережень спеціалістів лісового господарства та спеціалізованих лісозахисних служб.

Матеріали й методи. Об'єктом досліджень були лісові деревостани України, в яких виявлено патологічні процеси.

В основу системи дослідження патологічних процесів у лісах України, яку розроблено в лабораторії підвищення стійкості лісів УкрНДЛГА, покладено спостереження спеціалістів лісового господарства та спеціалізованих лісозахисних служб у процесі виконання їхніх службових обов'язків. Спостереження за динамікою стану лісів України на основі періодичних обліків лісових насаджень, в яких виявлено патологічні процеси, започатковано в 1994 р. з періодичністю обстеження у три роки (Ustskyi, 2008). До бази даних лісових насаджень, в яких було виявлено патологічні процеси, вносили всі виявлені насадження з наявним патологічним всиханням, ознакою якого є відпад дерев 1–2 класів росту за Крафтом та наявні пошкодження, які були підставою для призначення й проведення санітарних заходів згідно із Санітарними правилами в лісах України (*Sanitary Forests Regulations in Ukraine*, 2016). Фактори (причини), які були передумовою патологічного процесу, визначали за характерними ознаками та пошкодженнями. У випадку, коли конкретну причину патології визначити було важко, її визначали гіпотетично, а якщо погіршення стану деревостану було зумовлене комплексом факторів, наводили найбільш імовірний із запропонованого списку.

Після впровадження системи «Електронний облік деревини» переважна більшість лісогосподарських підприємств отримали можливість щорічного наповнення відповідних баз інформації безпосередньо на місцях. У зв'язку із цим, згідно з наказом Державного агентства лісових ресурсів України (Держлісагентства), у 2021 р. було введено в дію розроблену в УкрНДЛГА онлайн версію системи дослідження патологічних процесів «Моніторинг патологій лісів України» (URIFFM, 2021), за допомогою якої узагальнення та аналіз інформації проводять щорічно. Вхід на портал передбачає реєстрацію в статусі оператора або гостя (рис. 1). Оператор має можливість уводити та редагувати дані, що стосуються господарства, яке він презентує. Режим Гостя передбачає лише перегляд уведених даних для підприємств Держлісагентства і не розрахований на приватних користувачів. Нині

сформовано бази лісових насаджень, в яких було виявлено ті чи інші лісопатологічні процеси станом на 2021, 2022 та 2023–2024 рр., які порівнювали з даними станом на 2018 р.

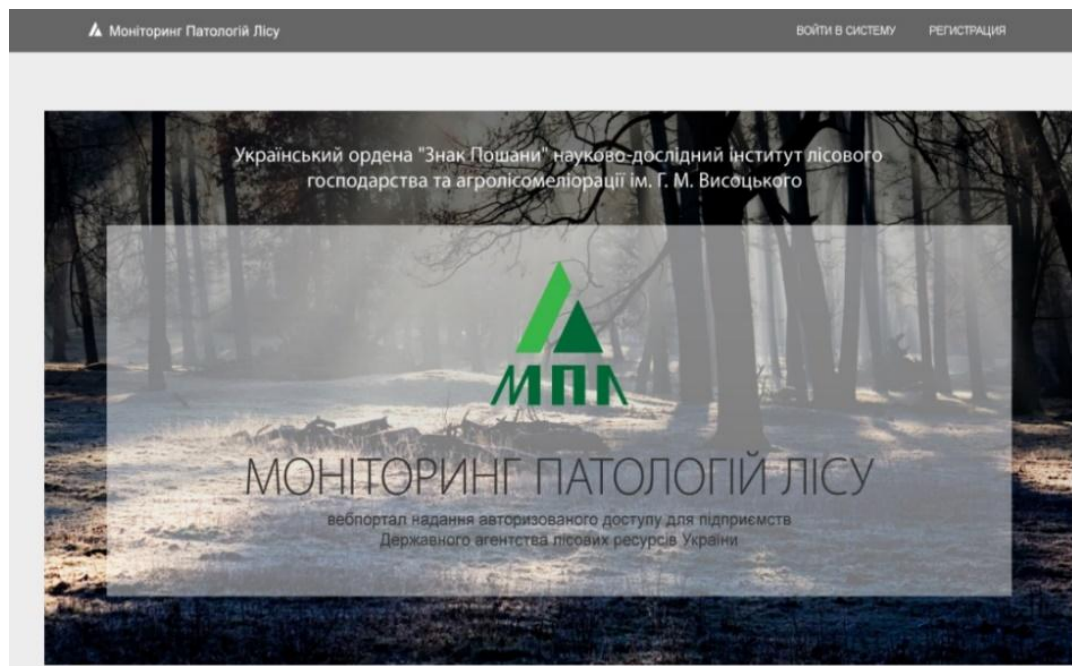


Рис. 1 – Титульне вікно сайту « Моніторинг патологій лісу» (URIFFM, 2024)

Fig. 1 – Home page of the Forest Pathologies Monitoring site

Інформацію узагальнювали за регіональними офісами ДП «Ліси України», яким підпорядковані ліси адміністративних областей: 1. Поліський (Волинська, Рівненська області); 2. Карпатський (Івано-Франківська, Львівська, Закарпатська області); 3. Подільський (Хмельницька, Тернопільська, Чернівецька області); 4. Центральний (Вінницька, Кіровоградська, Черкаська області); 5. Столичний (Житомирська, Київська області); 6. Північний (Чернігівська, Сумська області); 7. Слобожанський (Полтавська, Харківська області); 8. Східний (Дніпропетровська, Запорізька, Донецька, Луганська області); 9. Південний (Миколаївська, Одеська, Херсонська області).

З метою виявлення тенденцій поширення патологічних процесів на основі площі деревостанів, в яких їх було виявлено, розраховували непараметричний коефіцієнт кореляції рангу Спірмена (r_s) між часткою площ деревостанів певного виду, які всихають через патологічні процеси, та загальною площею деревостанів регіонального офісу, які всихають, за роками. За коефіцієнтами кореляції оцінювали напрямки і суттєвість поширення патологічних процесів за певний період. Тенденції щодо напрямку та тісноти, зміни площ деревостанів, що всихають, за 2018–2024 рр. у Східному та Південному регіональних офісах у зв'язку із воєнними діями та відсутністю інформації з частини цих територій не розглядали.

Інформацію аналізували за допомогою програмного забезпечення MS Excel та спеціальних програм порталу «Моніторинг патологій лісів».

Результати. Результати аналізу даних свідчать (табл. 1), що площі насаджень, в яких виявлено патологічні процеси, збільшилися і станом на 2021 р. становили 112 % від 2018 р. У наступні 2022, 2023 і 2024 рр. площі таких насаджень поступово зменшилися і становили 81, 57 та 58 % до площі 2018 р. відповідно. Зокрема, станом на 2021 р. площі патологічних процесів збільшилися в лісах Північного (308 %), Карпатського (247 %), Подільського (153 %), Центрального (113 %) та Південного (104 %) регіональних офісів ДП «Ліси України». Натомість площі таких насаджень у порівнянні з обліками 2018 р. суттєво знизились у лісах Західного та Центрального Полісся (Поліський та Столичний регіональні офіси), становлячи

74 та 92 % відповідно, та Лівобережного Лісостепу та Степу (Слобожанський і Східний регіональні офіси) – 68 та 23 % відповідно. Станом на 2022 р. масштаби патологічних процесів відносно обліків 2021 р. зменшилися в лісах більшості регіональних офісів, проте в лісах Північного, Карпатського, Подільського та Центрального офісів площі насаджень, в яких було виявлено патологічні процеси, все ж перевищували базовий рівень масштабів патологічних процесів станом на 2018 р. і становили 174, 164, 136 та 108 % відповідно.

Таблиця 1

Площі деревостанів регіональних лісових офісів ДП «Ліси України», в яких виявлено патологічні процеси, станом на 2018 та 2021–2024 рр.

Table 1

Areas of forests in the regional Forest Offices of the State Specialized Forest Enterprise “Forests of Ukraine” in which pathological processes were detected as of 2018 and 2021–2024

Лісовий офіс Forest Office	Площі деревостанів за роками Area by years									
	2018		2021		2022		2023		2024	
	тис. га thsd. ha	% *	тис. га thsd. ha	%*	тис. га thsd. ha	%*	тис. га thsd. ha	%*	тис. га thsd. ha	%*
Поліський Poliskyi	43,9	19,4	32,5	13	24,9	13,5	11,5	8,9	16,6	12,7
%**	100	–	74	–	56,7	–	26,2	–	37,8	–
Карпатський Karpatskyi	13,3	5,9	32,9	13,1	21,8	11,8	15,8	12,3	22,6	17,2
%**	100	–	247,4	–	163,9	–	118,8	–	169,9	–
Подільський Podilskyi	12,2	5,4	18,7	7,5	16,6	9,0	9,3	7,2	7,5	5,7
%**	100	–	153,3	–	136,1	–	76,2	–	61,4	–
Центральний Tsentralnyi	57,1	25,2	64,8	25,9	61,8	33,6	47,3	36,7	44,9	34,2
%**	100	–	113,5	–	108,2	–	82,8	–	78,6	–
Столичний Stolychnyi	48	21,2	44,1	17,6	30,1	16,4	14,7	11,4	19,4	14,8
%**	100	–	91,9	–	62,7	–	30,6	–	40,4	–
Північний Pivnichnyi	8,3	3,7	25,6	10,2	14,5	7,9	13,7	10,6	10,3	7,9
%**	100	–	308,4	–	174,7	–	165,1	–	124,1	–
Слобожанський Slobozhanskyi	13,3	5,9	9,0	3,6	8,6	4,7	10,5	8,2	7,9	6,0
%**	100	–	67,7	–	64,7	–	78,9	–	59,4	–
Східний Shkidnyi	10,7	4,7	2,5	1	1	0,5	1	0,8	0,1	0,1
%**	100	–	23,4	–	9,3	–	9,3	–	0,9	–
Південний Pivdennyi	19,5	8,6	20,3	8,1	4,7	2,6	5	3,9	1,8	1,4
%**	100	–	104,1	–	24,1	–	25,6	–	9,2	–
In total Всього	226,3	100	250,3	100	184	100	128,8	100	131,1	100
%**	100	–	110,6	–	81,3	–	56,9	–	57,9	–

*Частка площі деревостанів, що всихають через патологічні процеси, від загальної площі деревостанів, що всихають, у лісах регіональних офісів.

Percentage of the area of declining stands with pathological processes from the total area of declining stands in the forests of regional offices;

**Частка площі деревостанів, що всихають через патологічні процеси, порівнюючи з 2018 р.

Percentage of the area of stands declining due to pathological processes compared to 2018.

За даними обліків станом на 2023 р. масштаби лісопатологічних процесів перевищили базовий рівень 2018 р. лише в лісах Північного (165 %) та Карпатського (119 %) лісових офісів. Обліки 2024 р. також свідчать про суттєве зменшення площ у порівнянні з 2018 р. у більшості офісів, окрім Карпатського (176 %) та Північного (124 %). Зменшення, особливо в Східному, Слобожанському, Південному офісах, пов'язане зі зменшенням обсягів лісогосподарської діяльності у зв'язку з воєнними діями, мінуванням територій, а також із відсутністю інформації. Варто очікувати, що в післявоєнний період стан лісових насаджень, особливо в Південному, Східному, Слобожанському та Північному лісових офісах, значно погіршиться.

Результати узагальнення даних свідчать, що патологічні процеси виявлено в деревостанах практично всіх лісоутворювальних видів, проте обсяги їхнього поширення є різними й залежать від виду дерев, регіону та особливостей періоду. За період 2018 та 2021–2024 рр. від 34 до 53 % площ насаджень, стан яких погіршився, становили деревостани сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), від 25 до 38 % – дуба звичайного (*Quercus robur* L.), від 5 до 9 % – ясен звичайного (*Fraxinus excelsior* L.), від 5 до 10 % – ялини європейської (*Picea abies* (L.) H.Karst), від 4 до 6 % – робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia* L.). Збільшення частки деревостанів інших порід, що всихають, за цей період сягало 6–9 % (рис. 2).

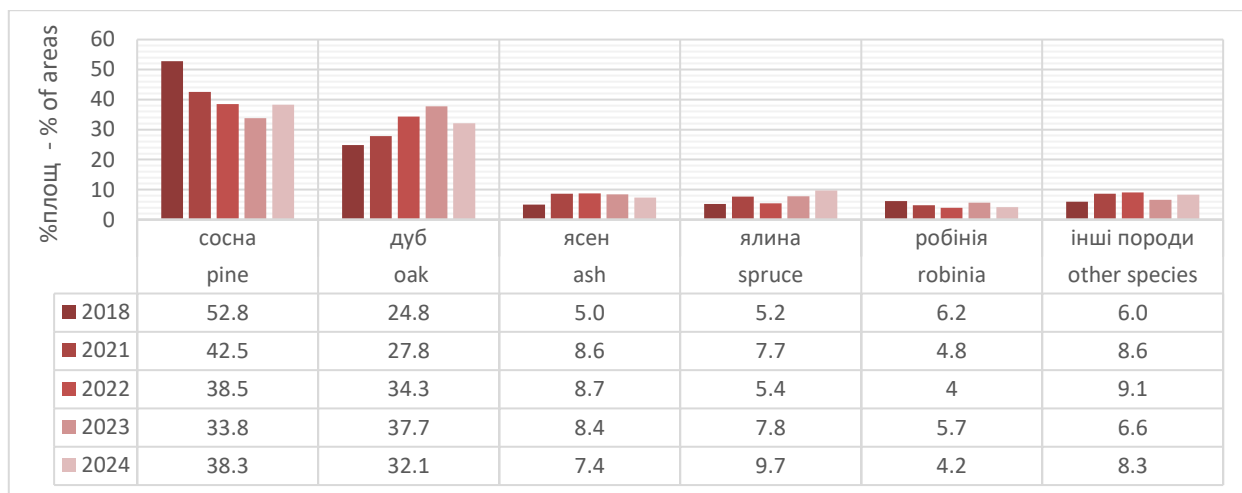


Рис. 2 – Частка площі деревостанів різних видів, що всихають, від загальної площі лісів, стан яких погіршився за період 2018–2024 рр.

Fig. 2 – The proportion of the stand dieback area for various species in the total area of forests, the condition of which deteriorated during 2018–2024

Динаміка площ соснових деревостанів, стан яких погіршився за період 2018–2024 рр., залежала від особливостей регіону (рис. 3). Обсяги всихання деревостанів сосни за розглянутий період були найбільшими в Столичному офісі (29–36 %), дещо меншими – у Поліському офісі (24–32 %) та ще меншими – у Північному (6–20 %) і Центральному (6–13 %) офісах. В інших регіонах всихання соснових деревостанів не перевищувало 10 %.

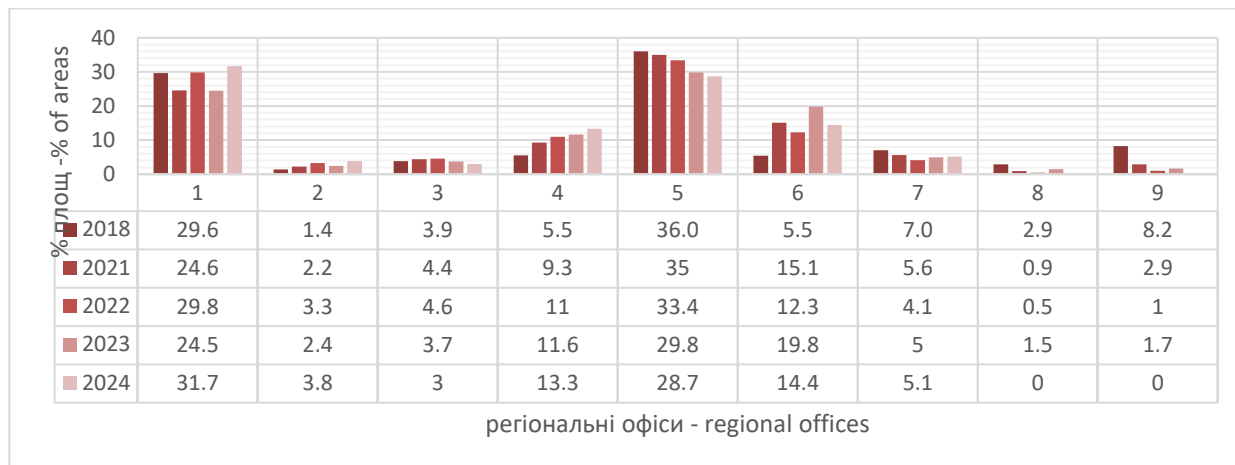


Рис. 3 – Частка площ соснових деревостанів, що всихають у лісах регіональних офісів, від загальної площі соснових деревостанів, стан яких погіршився за період 2018–2024 рр.

Fig. 3 – The proportion of the dieback areas of pine stands in the forests managed by the Regional Offices in the total area of pine stands the condition of which deteriorated during 2018–2024

Примітка. Офіси: 1 – Поліський; 2 – Карпатський; 3 – Подільський; 4 – Центральний; 5 – Столичний; 6 – Північний; 7 – Слобожанський; 8 – Східний; 9 – Південний.

Notes. Forest Offices: 1 – Poliskyi; 2 – Karpatskyi; 3 – Podilskyi; 4 – Tsentralnyi; 5 – Stolychnyi; 6 – Pivnichnyi; 7 – Slobozhanskyi; 8 – Skhidnyi; 9 – Pivdennyi.

Частка дубових деревостанів, що всихають у різних регіонах за період, що розглядається, також була різною (рис. 4). Станом на 2018 р. та 2021–2023 рр. більше ніж половина (56–68 %) площ дубових деревостанів, стан яких погіршився, зосереджувались у Центральному регіональному офісі та близько 5–10 % – в інших регіонах.

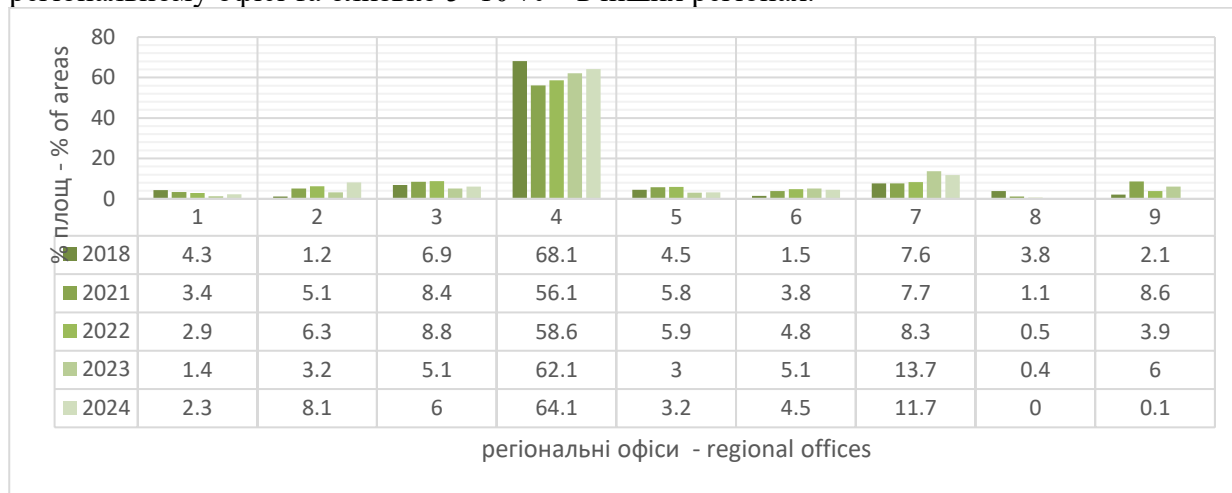


Рис. 4 – Частка площ дубових деревостанів, що всихають у лісах регіональних офісів, від загальної площі дубових деревостанів, стан яких погіршився за період 2018–2024 рр.

Fig. 4 – The proportion of dieback areas of oak stands in the forests managed by the Regional Offices in the total area of oak stands the condition of which deteriorated during 2018–2024

Примітка. Офіси: 1 – Поліський; 2 – Карпатський; 3 – Подільський; 4 – Центральний; 5 – Столичний; 6 – Північний; 7 – Слобожанський; 8 – Східний; 9 – Південний.

Notes. Forest Offices: 1 – Poliskyi; 2 – Karpatskyi; 3 – Podilskyi; 4 – Tsentralnyi; 5 – Stolychnyi; 6 – Pivnichnyi; 7 – Slobozhanskyi; 8 – Skhidnyi; 9 – Pivdennyi.

Частка ясеневих деревостанів у загальній площі лісів, що всихають, була найбільшою за ці роки у філіях Центрального лісового офісу – 39–76 % . Суттєво меншу частку таких насаджень за розглянутий період зареєстровано в лісах філій Північного (8–30 %)

та Подільського (9–22 %) регіональних офісів (рис. 5). В інших регіональних офісах частка площ ясеневих деревостанів, що всихають, була незначною і лише в Південному регіоні сягала близько 8 % (2021 р.).

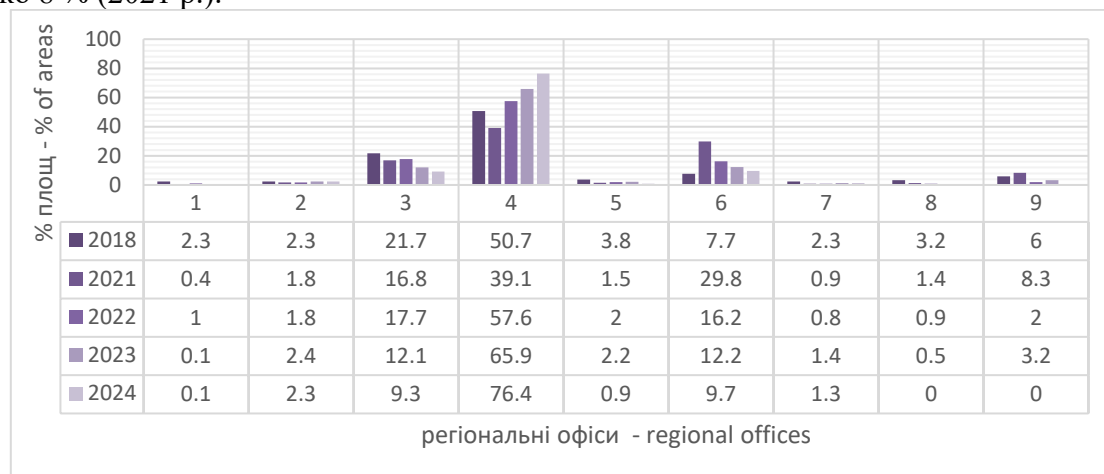


Рис. 5 – Частка площ ясеневих деревостанів, що всихають у лісах регіональних офісів, від загальної площі ясеневих деревостанів, стан яких погіршився за період 2018–2024 рр.

Fig. 5 – The proportion of dieback areas of ash stands in the forests managed by the Regional Offices in the total area of ash stands the condition of which deteriorated during 2018–2024

Примітка. Офіси: 1 – Поліський; 2 – Карпатський; 3 – Подільський; 4 – Центральний; 5 – Столичний; 6 – Північний; 7 – Слобожанський; 8 – Східний; 9 – Південний.

Notes. Forest Offices: 1 – Poliskyi; 2 – Karpatskyi; 3 – Podilskyi; 4 – Tsentralnyi; 5 – Stolychnyi; 6 – Pivnichnyi; 7 – Slobozhanskyi; 8 – Skhidnyi; 9 – Pivdennyi.

Результати аналізу даних свідчать, що 77–93 % ялиників, що всихають, зосереджено в лісах філій Карпатського регіонального офісу (рис. 6). Суттєво менші площі ялинових деревостанів, стан яких погіршився, виявлено в лісах філій, підпорядкованих Подільському (4–16 %), Поліському (0,4–7,2 %) і Столичному (0,8–7,7 %) регіональним офісам. Площі ялинових насаджень Центрального та Північного офісів, що всихають, були незначними, що пов'язане з практично повним їхнім усиханням у минулі роки.

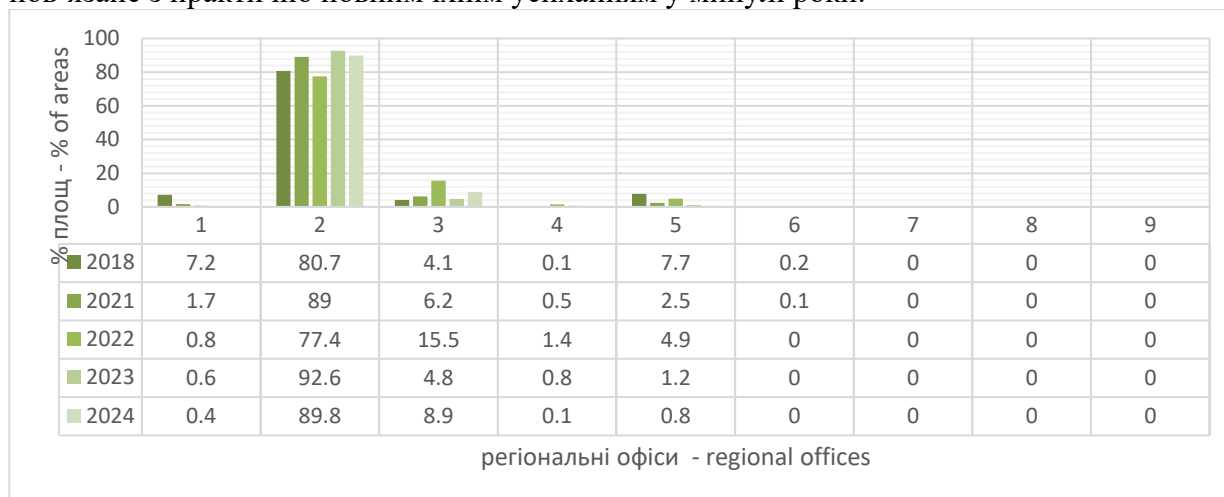


Рис. 6 – Частка площ ялинових деревостанів, що всихають у лісах регіональних офісів, від загальної площі ялинових деревостанів, стан яких погіршився за період 2018–2024 рр.

Fig. 6 – The proportion of dieback areas of spruce stands in the forests managed by the Regional Offices in the total area of spruce stands the condition of which deteriorated during 2018–2024

Примітка. Офіси: 1 – Поліський; 2 – Карпатський; 3 – Подільський; 4 – Центральний; 5 – Столичний; 6 – Північний; 7 – Слобожанський; 8 – Східний; 9 – Південний

Notes. Forest Offices: 1 – Poliskyi; 2 – Karpatskyi; 3 – Podilskyi; 4 – Tsentralnyi; 5 – Stolychnyi; 6 – Pivnichnyi; 7 – Slobozhanskyi; 8 – Skhidnyi; 9 – Pivdennyi.

Частка насаджень робінії, стан яких погіршився, була найбільшою в лісах Центрального офісу. Тут відбувалося поступове збільшення площ таких насаджень від 34 % у 2018 р. до 96 % у 2024 р. (рис. 7).

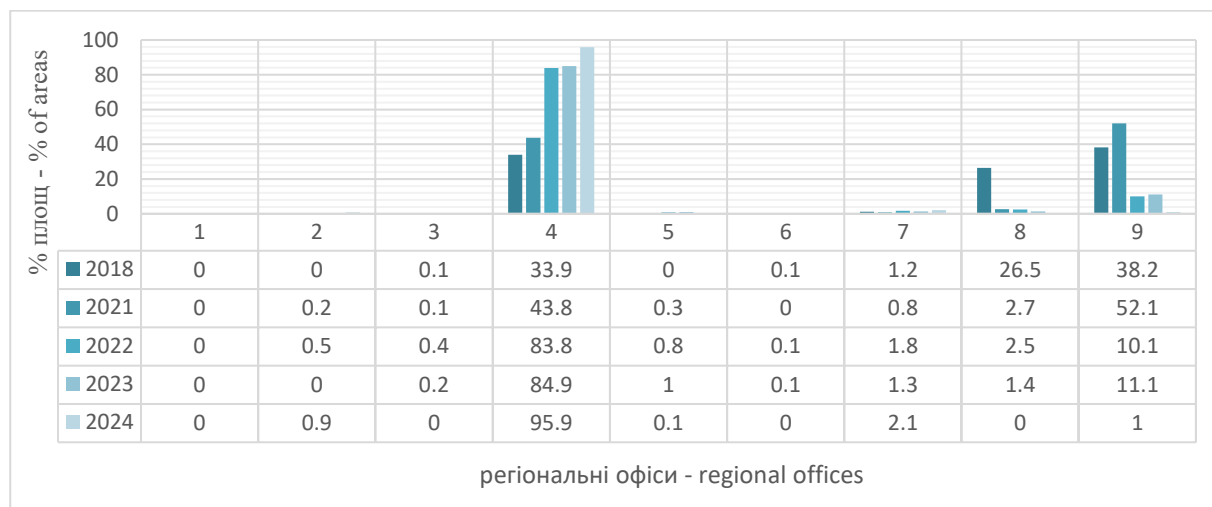


Рис. 7 – Частка площ робінієвих деревостанів, що всихають у лісах регіональних офісів, від загальної площі робінієвих деревостанів, стан яких погіршився за період 2018–2024 рр.

Fig. 7 – The proportion of dieback areas of black locust stands in the forests managed by the Regional Offices in the total area of black locust stands the condition of which deteriorated during 2018–2024

Примітка. Офіси: 1 – Поліський; 2 – Карпатський; 3 – Подільський; 4 – Центральний; 5 – Столичний; 6 – Північний; 7 – Слобожанський; 8 – Східний; 9 – Південний.

Notes. Forest Offices: 1 – Poliskyi; 2 – Karpatskyi; 3 – Podilskyi; 4 – Tsentralnyi; 5 – Stolychnyi; 6 – Pivnichnyi; 7 – Slobozhanskyi; 8 – Skhidnyi; 9 – Pivdennyi.

Значні площі деревостанів робінії, що всихають, станом на 2018 р. виявлено в лісових насадженнях Східного та Південного офісів, 27 та 38 % відповідно. Зменшення частки площ деревостанів робінії, що всихають, у 2021–2024 рр. у Східному та у 2022–2024 рр. у Південному офісах пов'язане з відсутністю інформації щодо стану лісів на територіях воєнних дій. Станом на 2021 р. частка деревостанів робінії, що всихають, у Південному офісі становила 52 %. У насадженнях Слобідського офісу частка насаджень робінії в загальній площі насаджень, що всихають, була незначною і становила від 0,8 % (2021 р.) до 1,8 % (2022 р.). У лісах Північного, Столичного, Подільського та Карпатського офісів частка насаджень робінії, що всихають, не перевищувала 1 %.

Обговорення. Виникнення та розвиток лісопатологічних процесів залежать від багатьох чинників – структури, складу, віку, повноти насаджень, лісорослинних умов, географічного положення, кліматичних змін, антропогенного впливу тощо. Ті чи інші збудники хвороб, комахи-листогризи чи ксилофаги завжди є присутніми в лісовому середовищі, оскільки розвиток деревостанів супроводжується постійним всиханням його частини, й лише у відповідних умовах під впливом антропогенних та кліматичних чинників стійкість дерев може знизитися, що сприятиме поширенню патологічних процесів.

Кореляційний аналіз свідчить про поступове зменшення площ соснових деревостанів, що всихають ($r_s = -0,92$), та помірне зменшення таких площ робінієвих деревостанів. Натомість патологічні процеси в інших деревостанах, особливо в дубових ($r_s = 0,80$), ялинових, ясеневих деревостанах і деревостанах інших видів за цей період, навпаки, поширилися, що підтверджують прямі тісні та помірні зв'язки (табл. 2).

Таблиця 2

Коефіцієнти кореляції між частками площ деревостанів окремих порід, що всихають, і загальною площею деревостанів, що всихають, за 2018 р. та 2021–2024 рр.

Table 2

Correlation coefficients between the dieback area proportions of stands of different species and the total dieback area for 2018 and 2021–2024

Породи Species	Сосна Pine	Дуб Oak	Ясен Ash	Ялина Spruce	Робінія Robinia	Інші породи Other species
r	-0,9205	0,7962	0,688	0,7533	-0,6334	0,4879

Примітка. r – коефіцієнт кореляції.

Note. r – correlation coefficient.

В умовах Західного Полісся (Поліський регіональний офіс) за цей період обсяги патологічних процесів у соснових деревостанах суттєвих змін не зазнали ($r_s = 0,03$), що підтверджується відсутністю чітких і направлених змін (табл. 3). Водночас результати кореляційного аналізу свідчать про тенденцію поступового збільшення частки таких площ у Карпатському регіональному офісі, де площі соснових деревостанів є суттєво меншими ($r_s = 0,86$). У Центральному та Північному офісах за цей період поступове збільшення площ підтверджують відповідно прямі тісні та помірні кореляційні зв'язки ($r_s = 0,997$ та $r_s = 0,80$). Натомість виявлено тенденцію до незначного зменшення масштабів поширення патологічних процесів у Подільському регіональному офісі ($r_s = -0,40$). У Столичному та Слобожанському регіональних офісах визначено тенденцію до зменшення частки площ таких деревостанів ($r_s = -0,90$ та $r_s = -0,79$).

Таблиця 3

Коефіцієнти кореляції Спірмена r_s між частками площ деревостанів основних порід, що всихають у регіональних офісах, від загальної площі деревостанів, що всихають, за 2018 р. та 2021–2024 р.

Table 3

Correlation coefficients r between the dieback area proportions of stands of main species in the Regional Offices from the total dieback area for 2018 and 2021–2024

Деревостани Tree stands	Регіональний офіс Regional Office						
	1	2	3	4	5	6	7
Соснові Pine stands	0,0328	0,8586	-0,3982	0,9965	-0,9032	0,8001	-0,7859
Дубові Oak stands	-0,8795	0,7711	-0,3394	-0,3369	-0,4201	0,9144	0,7328
Ясенові Ash stands	-0,9079	0,0884	-0,9329	0,7066	-0,8548	0,0153	-0,6250
Ялинові Spruce stands	-0,9385	0,538	0,3707	0,2511	-0,8925	–	–
Робінієві Robinia stands	–	–	–	0,9194	–	–	0,5380

Примітка. Офіси: 1 – Поліський; 2 – Карпатський; 3 – Подільський; 4 – Центральний; 5 – Столичний; 6 – Північний; 7 – Слобожанський.

Notes. Forest Offices: 1 – Poliskyi; 2 – Karpatskyi; 3 – Podilskyi; 4 – Tsentralnyi; 5 – Stolychnyi; 6 – Pivnichnyi; 7 – Slobozhanskyi.

Зменшення площ сосняків, що всихають, за розглянутий період значною мірою пов'язане зі зменшенням осередків масового розмноження верхівкового короїда (*Ips acuminatus* Gyll.) в Поліссі та Лісостепу в останні роки внаслідок проведення відповідних заходів і покращення погодних умов. Так, у зоні Східного Полісся перевищення багаторічної норми опадів

за пониженої температури на початку вегетаційного періоду перешкодило спробам заселення дерев. Як наслідок – вже після зимівлі 2018–2019 рр. смертність жуків, які увійшли в зимову діапаузу, становила майже 80 %. Умови 2020 р. також були несприятливими для розвитку популяцій, короїди утворювали лише поодинокі осередки (Porohnyach, 2018). У Західному Поліссі на основі аналізу температурних змін та опадів за більш ніж 70-річний період виявлено тривале збільшення як температури, так і кількості опадів та зроблено висновок, що першопричини патологій лісу пов'язані не з прибутковою (надходження опадів), а з витратною частиною водного балансу (Getmanchuk *et al.*, 2017).

Результати кореляційного аналізу між частками площ дубових деревостанів, що всихають, і роками періоду 2018 р. та 2021–2024 рр. свідчать про поступове зменшення масштабів поширення патологічних процесів у лісах Поліського офісу ($r_s = -0,88$) (див. табл. 3). Тенденцію до незначного зменшення патологічних процесів у дубових насадженнях за цей період виявлено також у лісах Подільського та Столичного офісів ($r_s = -0,34$ та $r_s = -0,42$ відповідно). Натомість значне збільшення частки площ дубових деревостанів, що всихають, зафіксовано в лісах Північного офісу ($r_s = 0,91$) і помірне – в Карпатському та Слобожанському офісах ($r_s = 0,77$ та $r_s = 0,73$ відповідно). У зоні діяльності Центрального офісу, за винятком даних 2018 р., від 2021 р. до 2024 р. виявлено суттєве поширення патологічних процесів у дібровах, що підтверджено тісним кореляційним зв'язком ($r_s = 0,995$). Усихання дубових насаджень пояснюється їхньою депресією, викликаною різким відхиленням від середніх багаторічних значень метеорологічних факторів (літні та зимові посухи, високі або низькі екстремальні температури), порушенням гідрологічних умов (зниження або підвищення рівня ґрунтових вод, зміна водного режиму річок) тощо. Депресія лісостанів супроводжується появою та розвитком комплексу шкідників і хвороб (Goychuk *et al.*, 2004). Дослідження причин всихання дубів на Кротошинському плато (Польща) підтвердили наявність бактерій, які переносять златки та які викликають некроз дубів (Tkaczyk and Sikora, 2024). Хронічний розвиток патологічних процесів у дубових насадженнях виявлено і в Україні, зокрема в дендропарку «Олександрія» (Dragan *et al.*, 2024), де відпад дерев відбувається постійно, проте з різною інтенсивністю, з певними територіальними особливостями. Поступове збільшення частки площ дубових деревостанів, що всихають, зокрема в лісах Центрального офісу, де зосереджено найбільші площі таких деревостанів, в останні роки, ймовірно, зумовлене деяким зсувом степової зони на північ (Shvidenko *et al.*, 2018).

За період 2018 р. та 2021–2024 рр. тенденцію до суттєвого зменшення частки площ ясеневих деревостанів, що всихають, виявлено в зоні діяльності Подільського та Поліського офісів ($r_s = -0,93$; $r_s = -0,91$ відповідно). У лісах Північного офісу зменшення масштабів патологічних процесів відзначено починаючи із 2021 р. ($r_s = -0,95$). У лісах Центрального офісу, де частка ясеневих деревостанів, що всихають, була найбільшою, навпаки, впродовж усього періоду виявлено чітку тенденцію до поступового поширення патологічних процесів ($r_s = 0,71$). Поширення патологічних процесів у ясеневих деревостанах провокують дефоліація крон ясеневим чорним пильщиком (*Tomostethus nigritus* F.) (Zinchenko and Kukina, 2015; Rachok, 2020), поширення халарового некрозу (збудник *Hymenoscyphus fraxinea*) на тлі активізації корневих гнилей від опенька осіннього (*Armillaria* spp.) та інвазії ясеневієї смарагдової вузкотілої златки (*Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera: Buprestidae) (Davydenko *et al.*, 2019). Значною проблемою є також ураження ясеня бактеріальним раком, яке має хронічний, динамічний характер і є найпоширенішою серед усіх патологій лісостанів, зокрема в заповіднику «Медобори» (Подільський офіс) (Bachynska, 2017). Сприяють розповсюдженню збудника раку бактерії *Pseudomonas savastanoi* pv. *fraxini* (Janse) Young, Dye & Wilkie, малий і великий ясеневі лубоїди (*Hylesinus fraxini* Panz., *Hylesinus crenatus* Fabr.), які в заповіднику є доволі поширеними, особливо на деревах, що ослаблені чи всихають. Значне поширення патологічних процесів у ясеневих деревостанах Європи спонукає до розроблення стратегії їхнього порятунку (George *et al.*, 2022). За розглянутий період тенденцію

до поступового збільшення площ ясеневих деревостанів, що всихають, виявлено лише в умовах Центрального регіонального офісу, що, ймовірно, пов'язане з поступовим поширенням межі степової зони на північ і великою загальною площею деревостанів за участю ясеня.

Результати аналізу свідчать про зменшення частки ялинових деревостанів, що всихають, у лісах Поліського та Столичного офісів (див. табл. 3), що підтверджують тісні обернені зв'язки, $r_s = -0,94$ та $r_s = -0,89$ відповідно. Помірну тенденцію до збільшення площ ялиників, що всихають, за цей період відзначено в ялиниках Карпатського ($r_s = 0,54$) і слабку – в ялинових лісах Подільського та Центрального офісів ($r_s = 0,37$ та $r_s = 0,25$). Основними причинами депресії ялинових деревостанів є їхнє штучне походження та ріст за межами ареалу. Всихання ялиників має хронічний характер, його провокує комплекс чинників, переважно кореневі гнилі, короїд-типограф (*Ips typographus*) і фітопаразитичні нематоди (Kozlovsky *et al.*, 2013).

Виразну тенденцію до збільшення частки площ деревостанів робінії, що всихають, за зазначений період виявлено в лісах Центрального офісу ($r_s = 0,92$). Помірне збільшення масштабів патологічних процесів сталося також у деревостанах Слобожанського офісу ($r_s = 0,54$). В Україні робінію внесено до переліку чужорідних інвазійних видів, заборонених для відтворення лісів (Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine, 2023), проте її насадження займають близько 5 % загальної площі лісових насаджень (State Forest Resources Agency of Ukraine, 2023). Робінію використовують здебільшого для захисту ґрунту від ерозії, у бджільництві та для отримання деревини. Насадження робінії зосереджені переважно в південних і східних областях України. Зокрема, лише в Дніпропетровській області деревостани робінії становлять 27,6 % вкритої лісовою рослинністю площі (Muradyan and Sytnyk, 2020). Робінія в умовах України є видом, доволі стійким до патогенів, комах-фітофагів і навіть до промислових викидів (Krupieі and Sklyarenko, 2022). Навесні робінія звичайна розпочинає вегетацію найпізніше від усіх дерев: її листя розпускається лише в травні, а восени, навпаки, тримається дуже довго, через що може пошкоджуватися ранніми осінніми приморозками (Bashutska, 2020). За досліджуваний період відзначено тенденцію до збільшення площ деревостанів робінії, стан яких погіршився, в лісах Центрального регіонального офісу, де на території Канівсько-Ржищівського яружного району (Черкаська область) зосереджено захисні, переважно робінієві насадження (Chernobrov and Solomakh, 2023). Основною причиною погіршення стану робінієвих деревостанів можуть бути погодні умови останніх років.

Висновки. Площі лісових деревостанів, в яких виявлено патологічні процеси, у порівнянні з даними 2018 р. збільшилися у 2021 р. та поступово зменшилися у 2022–2024 рр.; останнє пов'язане зокрема з відсутністю інформації щодо стану насаджень у районах воєнних дій.

У 2021–2024 рр. площа всихання соснових деревостанів зменшилася, у Західному Поліссі (Поліський офіс) не змінилася, у лісах Карпатського, Центрального та Північного регіональних офісів збільшилася. Частка дубових деревостанів, що всихають, за розглянутий період збільшилася в лісах Центрального, Північного, Карпатського та Слобожанського офісів і зменшилася в лісах Поліського, Подільського та Столичного регіональних офісів. Частка ясеневих насаджень, що всихають, у лісах Центрального лісового офісу збільшилася, а в Подільському, Поліському, та від 2021 р. – у Північному регіональних офісах – зменшилася. Зменшення частки ялинових деревостанів, що всихають, визначено у лісах Поліського та Столичного регіональних офісів, а збільшення – у лісах Карпатського, Подільського та Центрального офісів. Частка насаджень робінії, стан яких погіршився, була найбільшою в лісах Центрального офісу і за 2021–2024 рр. поступово збільшилася. Цей показник також збільшився в Слобожанському регіональному офісі.

Подяки. Автори висловлюють подяку головному спеціалісту Державного агентства лісового господарства Т. В. Кучерявенко за допомогу в зборі інформації для інтернет-порталу «Моніторинг лісових патологій».

Джерела фінансування. Статтю підготовлено авторами в рамках плану досліджень УкрНДІЛГА (Тема № 6 «Визначити причини ослаблення та всихання лісів і розробити прогноз розвитку лісопатологічних процесів та рекомендації щодо посилення еколого-біологічної стійкості насаджень»), що підтримується Державним агентством лісових ресурсів України.

ПОСИЛАННЯ –REFERENCES

- Bachynska, U.O. (2017) 'Forest pathological state of ash stands in the Medobory Nature Reserve', *Scientific Bulletin of UNFU*, 29.9, pp 19–23 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/40270903>
- Bashutska, U. B. (2020) 'Biomass potential of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) on the contaminated land of Eastern Germany', *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(4), 99–103 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36930/40300417>
- Boiko, S. (2007) 'Forestry of Poland', Available at: https://www.researchgate.net/publication/298217197_Lisove_gospodarstvo_Polsi (Accessed: 27 January 2024) (in Ukrainian).
- Buksha, I.F., Pasternak, V.P. and Pivovar, T.S. (2019) *Recommendations on the development of the state forest monitoring system of Ukraine*. Kharkiv: URIFFM, 35 p. (in Ukrainian)
- Chernobrov, O.Yu. and Solomakh, V.A. (2023) '*Robinia pseudoacacia* – an important introduced woody species in protective plantations of forest-agrarian landscapes of Ukraine', *Balanced Nature Management*, 2, pp. 69–76 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2023.282750>
- Davydenko, K., Borysova, V., Shcherbak, O., Kryshchak, Y. and Meshkova, V. (2019) 'The situation and perspectives of European ash (*Fraxinus excelsior*) in Ukraine: Focus on Eastern border', *Baltic Forestry*, 25 (1), pp. 193–202. <https://doi.org/10.46490/vol25iss2pp293>
- Dragan, N.V., Boyko, N.S., Silenko, O.V. and Pidorych, Y.V. (2024) 'Control over oak decline as a key component of forest pathological monitoring of the state of the age-old oak forest of the Alexandria Arboretum', *Scientific Bulletin of UNFU*, 34.2, pp. 47–53 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36930/40340206>
- Forest Service U.S. Department of agriculture (2025) *Forest healths monitoring*. Available at: <https://www.fs.usda.gov/science-technology/forest-health-protection/monitoring> (Accessed: 29 September 2025).
- George, J-P., Sanders, T.G.M., Timmermann, V., Potočić, N. and Lang, M. (2022) 'European-wide forest monitoring substantiate the necessity for a joint conservation strategy to rescue European ash species (*Fraxinus* spp.)', *Scientific Reports*, 12 (1), 4764. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08825-6>
- Getmanchuk, A., Kychlyuk, O., Voytyuk, V. and Borodavka, V. (2017) 'The regional changes of climate as primary causes of strong withering of Pine stands in Volyn Polissya', *Scientific Bulletin of UNFU*, 27 (1), pp. 120–124 (in Ukrainian).
- Goychuk, A.F., Gordienko, M.I. and Gordienko, N.M. (2004) *Pathology of oak forests*. 2nd edn. Kyiv. ISBN 966-669-036-5 (in Ukrainian).
- Kozlovsky, M.P., Kramarets, V.O. and Tselen, Y.P. (2013) 'Modern trends and causes of drying out of European spruce stands in the Beskid region and ways to improve their sanitary condition', *Scientific basis of conservation of biotic diversity*, 4 (11), pp. 167–180 (in Ukrainian).
- Krupiei, K.S. and Sklyarenko, A.V. (2022) 'Analysis of types of damage to leaf blades of woody plants by pests in industrial zones of Zaporizhzhia', *Environmental Sciences*, 4(43), pp. 140–148. (in Ukrainian). <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.4-43.23>
- Lech, P., Serota, Z., Hrynyk, G. (2002) 'Phytopathological monitoring, as part of the national biological monitoring in Poland for 2001', *Scientific bulletin of UNFU*, 12.4, pp. 177–191 (in Ukrainian).
- Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine (2023) *List of invasive tree species with a significant ability to spread uncontrollably, prohibited for use in the forest reproduction*. Order of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine No. 184 dated 03.04.2023. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0641-23#Text> (Accessed: 09 April 2024).
- Muradyan, L.V. and Sytnyk, S.A. (2020) 'Typological structure and valuation features of black locust stands in protective forests within the Ravine Steppe of Ukraine', *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(5), pp. 36–41 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36930/40300506>
- Porohnyach, I. V. (2018) 'Features of spread of *Ips acuminatus* Gyll. in pine stands of Eastern Polissya', *Forestry and Forest Melioration*, 133, pp. 136–141 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.133.2018.136>
- Rachok, V. I. (2020) Ash black sawfly and substantiation of measures to control it in the Botanical Garden of Polissya National University – Qualification work for a master's degree in specialty 202 – plant protection and quarantine.

- Zhytomyr: Polissya National University. Available at: <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/11412> (Accessed: 09 April 2024) (in Ukrainian).
- Sanitary Forests Regulations in Ukraine*. (2016). Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No 756 dated 26 October 2016 Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п> (Accessed: 30 April 2023) (in Ukrainian).
- Shvidenko, A.Z., Bukasha, I.F. and Krakovska, S.V. (2018) *Vulnerability of Ukrainian forests to climate change*. Kyiv: Nika-Center (in Ukrainian).
- State Forest Resources Agency of Ukraine (2023) *General characteristics of the forests of Ukraine*. Available at: <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/lisi-ukrayini/zagalna-harakteristika-lisiv-ukrayini> (Accessed: 09 April 2024) (in Ukrainian).
- Tkaczyk, M. and Sikora, K. (2024) 'The role of bacteria in acute oak decline in South-West Poland', *Microorganisms*, 12(5), 993. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12050993>
- URIFFM (2024) *Monitoring of forest pathologies (2021)*. Available at: <http://urifmfp.org.ua/> (Accessed: 18 March 2024) (in Ukrainian).
- Ustskiy, I.M. (2008) 'Methodical guidelines for collecting information for the identification database of forests of Ukraine, in which pathological processes have been noted'. Kharkiv: URIFFM (in Ukrainian).
- Zinchenko, O.V. and Kukina, O.M. (2015) 'Some biological features of the ash black sawfly *Tomostethus nigratus* Fabricius, 1804 (Hymenoptera: Tenthredinidae)', *Kharkiv Entomological Society Gazette*, 23(2), pp. 70–74 (in Ukrainian).

DYNAMICS OF PATHOLOGICAL PROCESSES IN UKRAINIAN FORESTS IN 2018–2024

Ustskiy I. M.^{1*}, Zhadan I. V.², Dyshko V. A.³

An analysis of data from the “Forest Pathology Monitoring” portal for the period 2018 and 2021–2024 showed that 34–53% of total area of affected by stand dieback of the main species was occupied by Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), followed by oak (*Quercus robur* L.; 25–38%), ash (*Fraxinus excelsior* L.; 5–9%), spruce (*Picea abies* (L.) Karst.; 5–10%), and black locust (*Robinia pseudoacacia* L.; 4–6%). A decreasing trend in the extent of pathological processes was observed in pine stands, whereas an increasing trend was recorded in oak stands. The largest areas of dieback in oak, ash, and black locust were concentrated in forests managed by the Tsentralnyi Regional Office, where a clear upward trend was observed throughout 2018–2024. Dieback of spruce forests was mainly concentrated in the Carpathian region, where its extent also tended to increase during the study period. Compared to the 2018 survey, the total area affected by pathological processes increased to 111% in 2021, but subsequently declined to 81%, 57%, and 58% in 2022, 2023, and 2024, respectively. The decline is primarily attributed to incomplete data resulting from limited monitoring access in areas affected by military operations.

Key words: forest health, *Pinus* sp., *Quercus* sp., *Fraxinus* sp., *Picea* sp., *Robinia* sp.

Дата надходження рукопису 24.04.2025

Дата прийняття до друку 28.11.2025

Дата публікації 29.12.2025

¹ Ustskiy Ivan, PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: ivanuski1950@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7662-8721>

² Zhadan Iryna, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: zhdn010@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3854-230X>

³ Dyshko Valentyna, PhD (Agricultural Sciences), Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after the G.M. Vysotsky, Hryhoriia Skovorody Street 86, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: valya_dishko@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2553-109X>

* Correspondence: ivanuski1950@ukr.net

ПОДІЇ

УДК 630.001.1

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.147.2025.108>**СТОРІЧНИЙ ЮВІЛЕЙ ФУНДАТОРА УКРАЇНСЬКОЇ ЛІСІВНИЧОЇ НАУКИ –
ПРОФЕСОРА П. С. ПАСТЕРНАКА**В. П. Ткач¹, В. П. Ворон^{2*}

Виповнилося 100 років від дня народження професора Петра Степановича Пастернака – видатного українського вченого в галузі лісознавства й лісівництва, лісової типології, лісового ґрунтознавства та екології лісу. Лісотипологічні розробки Петра Степановича ґрунтуються на ідеях фундаторів лісівничо-екологічного напрямку типології лісів, зокрема академіка П. С. Погребняка, учнем і сподвижником якого він був. Увагу П. С. Пастернака було присвячено різноманітним теоретичним і практичним питанням стосовно взаємовідносин деревних порід у різних типах лісу, лісорослинного і лісогосподарського районування, ведення лісового господарства на зонально-типологічних і програмно-цільових засадах, лісокористування та охорони лісових екосистем в умовах антропогенного навантаження, створення агролісомеліоративних насаджень, зокрема на колишніх сільськогосподарських землях.

Ключові слова: УкрНДІЛГА, лісівництво, лісознавство, лісове ґрунтознавство, лісова екологія, лісові відновлення, лісорозведення.



У народі кажуть: «Життя прожити – не поле перейти», а він це життя не пройшов, він його пробіг – наскільки насиченим і бурхливим було життя Петра Степановича Пастернака

23 лютого 2025 року виповнилося 100 років від дня народження «Заслуженого лісівника України», видатного українського вченого, професора Петра Степановича Пастернака. Як талановитий послідовник ідей Г. М. Висоцького, Г. Ф. Морозова, П. С. Погребняка П. С. Пастернак вирізнявся системним мисленням, умінням розв'язувати складні лісівничі наукові проблеми, що визначали розвиток лісового господарства України. Своїми оригінальними науковими ідеями, ґрунтовними знаннями й непересічними працями він досяг значних висот у лісознавстві й лісівництві, лісовому ґрунтознавстві, лісовій типології, захисному лісорозведенні, лісовій екології.

Петро Степанович Пастернак був різнобічно талановитим. Аналітичний склад розуму, висока освіченість, глибока ерудиція, логічні та чіткі наукові думки, ясність їхнього викладення вимальовують перед нами неординарну й талановиту людину. Завдяки вродженому інтелекту, хисту керівника, прекрасній пам'яті, великій працелюбності, вмінню

¹ Ткач Віктор Петрович, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НАН України та НААН, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, м. Харків, 61024, Україна. E-mail: tkach@uriffm.org.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0588-1479>

² Ворон Володимир Пантелеймонович, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, м. Харків, 61024, Україна. E-mail: 52corvus@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1059-3032>

*Адреса для кореспонденції: 52corvus@gmail.com

дискутувати й активно відстоювати свою наукову позицію, щедрості душі Петро Степанович здобув глибоку повагу всіх, хто знав його і працював разом із ним.

Петро Степанович Пастернак народився 23 лютого 1925 р. у місті Сквирі на Київщині. В 1941 р. він закінчив дев'ять класів. У липні 1941 р., унаслідок навали німецько-фашистських загарбників, П. С. Пастернак евакуювався в с. Стила Донецької області, а в жовтні того ж року – в Чечено-Інгушську республіку. У вересні 1942 р. добровольцем пішов на фронт і брав участь у бойових діях. Після демобілізації в 1946 р. П. С. Пастернак закінчує 10-й клас Сквирської середньої школи та вступає до Київського лісогосподарського інституту. Великий вплив на формування його наукового світогляду справили лекції академіка П. С. Погребняка.

Наукова діяльність П. С. Пастернака розпочалася ще на студентській лаві. За результатами досліджень впливу окремих деревних видів на поширення дощовиків, а також родючість лісових ґрунтів його було премійовано Міністерством вищої освіти. Інститут закінчив у 1950 р. та був направлений до аспірантури Інституту лісу АН України.

Перші наукові праці П. С. Пастернака опубліковано в Доповідях АН України (Pasternak, 1953), вони були безпосередньо пов'язані з планами створення лісових насаджень у степах України. До проблем захисного розведення вчений повертається й у наступні роки – розроблені ним положення внесено до відповідних інструкцій і нормативів. У грудні 1953 р. П. С. Пастернак захистив кандидатську дисертацію на тему «Жовта акація та її вплив на родючість лісових ґрунтів». Після закінчення аспірантури працював молодшим, а потім – старшим науковим співробітником Інституту лісу. Від 1953 р. його наукові дослідження зосереджуються на проблемах відтворення лісів Українських Карпат, підвищення їхньої продуктивності та стійкості.

У 1956 р. (у віці 31 рік) П. С. Пастернака було призначено директором Закарпатської лісової науково-дослідної станції УкрНДЛГА (Закарпатська ЛДС). Від цього часу розпочався надзвичайно плідний і насичений «карпатський» період його життя (рис. 1).



Рис. 1 – П. С. Пастернак (у центрі середнього ряду) з науковцям УкрНДЛГА й Закарпатської ЛДС у лісах Українських Карпат
Fig. 1 – P. S. Pasternak (centre of the middle row) with scientists from the URIFFM and the Zakarpatska Forestry Research Station in the forests of the Ukrainian Carpathians

Ось як описував його діяльність професор, доктор с.-г. наук П. І. Молотков (Molotkov, 2005): «У короткий термін Закарпатська ЛДС перетворилася на помітну науково-дослідну установу, а в Карпатах – головну, незважаючи на близькість ЛЛТІ. За короткий термін у різних лісорослинних районах Карпат було закладено десятки стаціонарів, сотні пробних площ; розроблено ефективні лісогосподарські та лісокультурні способи, методи, технології, численні інструкції, настанови, правила. Лісове господарство Українських Карпат повністю перейшло на розробки станції».

Інший його соратник М. А. Гаврусевич (Havrusovich, 2005), зокрема, зазначав: «Близкучі організаторські здібності Петра Степановича Пастернака, його авторитет і вміння привертати до себе співробітників зумовили зростання престижу лісової дослідної станції. Кількість наукових співробітників зросла до 12, а загальний штат – до 30 осіб»

Працюючи на посаді директора Закарпатської ЛДС, усвідомлюючи необхідність посилення ефективності лісівничої діяльності в Україні, проведення скоординованих досліджень на єдиній програмно-методичній основі, П. С. Пастернак став одним із ініціаторів створення в Івано-Франківську Карпатської філії УкрНДІЛГА. За таких умов зростала роль УкрНДІЛГА як провідного науково-лісівничого центру в Україні. У 1964 р. він стає першим директором Карпатської філії. У стислі терміни тут було обладнано сучасні лабораторії, залучено висококваліфікованих, енергійних, переважно – молодих співробітників. За порівняно короткий строк співробітники філії вирішили низку важливих завдань – розробили ефективні способи й технології експлуатації лісів у горах, дослідили причини катастрофічних вітровалів і буреломів та розробили заходи з їхнього попередження, розробили типи лісових культур на базі механізації трудомістких робіт, узагальнили дослідження з біологічного кругообігу речовин. Зокрема, результати глибоких фундаментальних гідрологічних досліджень водного балансу Закарпатської ЛДС і Карпатської філії УкрНДІЛГА було успішно використано Державною комісією під час визначення причин катастрофічної повені в Українських Карпатах у 1998 р.

Доволі детально наукову діяльність П. С. Пастернака в цей період проаналізував один із його найкращих учнів, кандидат с.-г. наук, доцент УкрДЛТУ (нині – НЛТУ) М. В. Чернявський (Chernyavskiy, 2005). Він зазначав, що дослідження кругообігу речовин у системі «ліс – ґрунт» було чи не найпліднішим здобутком науково-дослідницької діяльності П.С. Пастернака завдяки дуже добре спланованому та масштабно проведеному експерименту на прикладі найпоширеніших типів лісу Українських Карпат. Це дало можливість Петру Степановичу виявити істотні відмінності цього процесу в різних типах лісу й типах деревостану. Співвідносно до класифікаційних лісотипологічних одиниць ним визначено, обґрунтовано й виділено такі рівні біокругообігу: тип, підтип і вид.

Кругообіг елементів живлення в насадженнях, що ростуть у різних типах лісу, отримав кількісні характеристики. Отже, тривимірна едафо-кліматична сітка може з успіхом бути доповнена четвертою ординатою – параметрами біотичного кругообігу. Це й є логічним, бо єдність умов середовища та рослинності виявляється в конкретних лісових екосистемах через процеси обміну речовиною та енергією.

Вже на початку наукової діяльності П. С. Пастернак зосередив свою увагу на всебічному вивченні взаємозв'язків між типами лісу й характером ґрунтоутворення (Pasternak, 1958; 1960; 1963). Він не лише показав, на яких генетичних типах ґрунтів формуються певні типи лісу, що вже безперечно було та є немалим досягненням, але й як послідовник ідей академіка П. С. Погребняка визначив морфологічні й фізико-хімічні властивості типів ґрунту залежно від типів деревостану. Завдяки його дослідженням (Pasternak 1958; 1960; 1968; Pasternak and Skiba 1962) було виявлено, що ґрунти букових лісів на флішових породах, як порівняти з ґрунтами хвойних лісів, вирізняються світлішим забарвленням, меншим вмістом гумусу і його більш фульватним характером, а також меншою кислотністю.

Петро Степанович разом зі своїм учнем і колегою старшим науковим співробітником Закарпатської ЛДС В. В. Скибою виявив (Pasternak and Skiba, 1962), що вміст гумусу в ґрунтах бучин є порівняно невисоким (у верхніх горизонтах – від 5 до 8 %) і рівномірно розподіляється в ґрунтовому профілі, а в ґрунтах раменей він є вищим (від 7 до 14 %).

Значну увагу Петро Степанович приділяв розв'язанню проблем відтворення лісів Українських Карпат та підвищення їхньої продуктивності. Ним запропоновано нові методи створення лісових насаджень на еродованих схилах Карпат, розроблено критерії для розмежування типів лісорослинних умов і типів лісу. У результаті дослідження впливу рубок головного користування на стан лісових ґрунтів, визначення особливостей біологічного кругообігу речовин в системі «ліс – ґрунт» запропоновано методи залісення еродованих схилів Карпат. Завдяки цим фундаментальним розробкам було проведено масові роботи щодо залісення кам'янистих розсіпів у горах. Із цих питань Пастернак П. С. опублікував монографію «Лісові ґрунти Українських Карпат» (Pasternak, 1967) і підготував докторську дисертацію на тему «Взаємодія між лісом і ґрунтом в основних типах лісу Карпат», яку успішно захистив у 1969 р. (Pasternak, 1968).

Однією з важливих проблем, якій багато років присвятив П. С. Пастернак, було дослідження взаємовідносин деревних порід у різних типах лісу. Науковець розглядав ці процеси комплексно та системно, із широких загальнобіологічних позицій, відзначаючи, що взаємовідносини деревних порід є дуже важливими. Вчений підкреслював, що для вирощування цінних лісостанів важливо враховувати складні ценотичні взаємозв'язки, конкуренцію між видами за ресурси середовища (світло, вологу та елементи живлення). Він глибоко проаналізував особливості росту найтиповіших переважних мішаних природних і штучних насаджень в Українських Карпатах. Петро Степанович, зокрема, звернув увагу на те, що взаємодія головних деревних видів у лісостані (бука й ялини) суттєво залежить від особливостей клімату, режиму вологості та від багатства ґрунтів. Результати цих досліджень учений успішно використав як теоретичну базу для розв'язання важливих питань створення стійких і високопродуктивних лісових культур.

Одну з перших узагальнювальних наукових праць Петра Степановича з типології лісів присвячено смерековим лісам Карпат (Pasternak *et al.*, 1976), які він того часу детально досліджував, працюючи ще на Закарпатській лісовій дослідній станції. Ця праця стала складовою невеликої за обсягом, але достатньо ємної за змістом монографії стосовно типів лісів Закарпаття, добре відомої як науковцям, так і практикам. Із притаманною йому ясністю викладу далеко непростих речей, Петро Степанович навів детальну кількісну характеристику восьми типів смерекових лісів Закарпаття, не тільки зазначивши їхні діагностичні ознаки, лісорослинні умови, особливості поширення, але й запропонував основні лісогосподарські заходи в цих лісах із урахуванням їхнього цільового призначення. Ці заходи визначали способи відновлення лісів, рубки догляду в них, реконструктивні рубки, рубки головного користування з метою посилення кліматорегулювальної й захисної ролі гірських лісових екосистем.

Зазначена праця, поряд із публікаціями Ю. Д. Третяка, Б. Ф. Остапенка, М. С. Улановського, З. Ю. Герушинського, П. І. Молоткова, П. А. Трибуна, С. В. Шевченка, М. І. Косця, Ф. О. Гриня, Г. Л. Тишкевич, С. А. Генсірука, К. К. Смагляка, П. С. Каплуновського, І. І. Молоткової, А. М. Гаврусевича, С. М. Стойка, М. А. Голубця, К. А. Малиновського, О. В. Чубатого, І. П. Федця, відкрила серію наукових праць, присвячених всебічному дослідженню гірських типів лісу Карпат на засадах системного та комплексного підходу щодо їхнього виділення й оцінювання. Згодом, характеризуючи лісотипологічні дослідження в Українських Карпатах, професор З. Ю. Герушинський назвав цей етап у розвитку типології як такий, що синтезував набуту лісотипологічну інформацію із розробленням класифікаційної схеми типів лісу Українських Карпат.

У серпні 1968 р. П. С. Пастернака було призначено директором УкрНДЛГА. Починається новий, найвідповідальніший етап у житті Петра Степановича – керівництво галузевою лісівничою наукою України. З перших днів роботи в УкрНДЛГА свої зусилля та здібності він спрямовує на подальший розвиток Інституту та його дослідної мережі. Він зумів згуртувати навколо себе чудовий, сильний колектив. В Інституті на той час був підібраний унікальний склад керівників наукових підрозділів; це були чудові вчені – видатні особистості, які увійшли в історію УкрНДЛГА. Серед них: П. І. Молотков, А. І. Міхович, В. І. Коптев, В. О. Поляков, Ю. К. Телешек, І. І. Смолянінов, О. І. Ладейшикова, А. П. Гавриленко, І. М. Патлай, П. П. Ізюмський, А. Й. Авраменко, О. М. Недашковський тощо, а також вірний соратник і друг Петра Степановича, заступник директора Р. Г. Киселевський. Вони всі були однодумцями П. С. Пастернака та працювали єдиною злагодженою командою.

П. С. Пастернак вирізнявся далекоглядністю та новаторством під час вирішення як поточних лісівничих і наукових проблем, так і тих, що могли виникати в майбутньому. Уже наприкінці шістдесятих років, часто буваючи в різних регіонах України, він чітко усвідомлював збільшення антропогенного навантаження на ліси, яке призводить до значних негативних наслідків. Наприклад, у 1964 р. внаслідок аварії на аміачному виробництві в районі м. Северодонецьк (Луганська обл.) в одну мить загинуло понад 60 гектарів сосняків. Ослаблення лісів на значних площах унаслідок промислового забруднення та нерегульованого рекреаційного навантаження відбувалося й в інших регіонах України. Річкові системи без меліоративного захисту лісів забруднювалися шкідливими речовинами та виснажувалися. Для вирішення цих проблем довкілля Петром Степановичем уперше в Україні було організовано лабораторію лісової екології. Його соратник професор доктор с.-г. наук П. І. Молотков, зокрема, зазначав (Molotkov, 2005): «Дослідження цієї лабораторії з кожним роком розширювалися». Незабаром ця лабораторія стала однією з провідних в УкрНДЛГА, а результати досліджень її науковців були широко відомими не тільки в Україні, але й за кордоном.

Науковці лабораторії лісової екології, зокрема, здійснювали широкомасштабні дослідження з проблеми охорони водних ресурсів за допомогою лісових меліорацій. Ось як описує цей процес один із його учасників Ю. А. Матухно (Matukhno, 2005): «З 1976 року дослідження водоохоронного значення лісів в аграрних ландшафтах у зв'язку із застосуванням високих доз агрохімікатів було включено до тематичного плану Інституту. Тепер ми були втрьох – В. Ландін, Ю. Матухно та М. Приходько. Тривалий час цей тріумвірат викликав позитивну заздрість колег-працівників інституту й дослідних станцій. Чому саме? Поясню: Петро Степанович не визнавав опіки, тим більше дріб'язкової. Тобто, ми мали шанс самі відшукувати, випробовувати й застосовувати в дослідженнях методи з різних галузей науки. Головним було переконати «шефа» у високій достовірності матеріалів дослідження, в обґрунтованості висновків і корисності результатів...

За два роки досліджень, коли позитивну водоохоронну (очищувальну) роль лісів було доведено в принципі, Петро Степанович став вимагати: кожний висновок доводити математично... Якщо він не був згоден із висновком або не підтримував необхідності тієї чи іншої роботи, за нашого наполягання завжди погоджувався (після обговорень суті справи й перспектив).

Жодна пропозиція не відхилялася без розгляду. Навіть якщо б у попередньому вигляді вона здавалася анекдотичною. Кількість наших наукових фантазій суттєво перевищувала практичне втілення в дослідження. Це, мабуть, найважливіший показник умілої стимуляції творчої активності нашим керівником».

Досліджуючи екологічну роль лісів, Петро Степанович дійшов висновку, що від їхнього меліоративного впливу залежить і стан атмосферного повітря та рівень його забруднення. Навіть найсучасніші очисні споруди не можуть уберегти нас від викидів шкідливих речовин.

Серед природних засобів регулювання чистоти повітря, очищення його від пилу й токсичних речовин велике значення, без сумніву, належить лісам, особливо хвойним, адже вони здатні очищувати повітря протягом усього року. Водночас потенційна можливість використання лісів як біофільтрів не є безмежною, оскільки нагромадження токсичних речовин у рослинних організмах неминуче негативно позначиться на їхній життєдіяльності і за певних високих доз може спричинити загибель насаджень.

Саме так і відбулося в районі Ровенського виробничого об'єднання «Азот», де в результаті аварійного викиду токсичних сполук було сильно ушкоджено ліси на площі понад 200 га. Подібний негативний вплив промислових об'єктів на стан лісів існував і в інших регіонах України. Саме це стало поштовхом до систематичного дослідження лісів, що зазнали впливу промислового забруднення.

Порівняно невеликий колектив науковців (В. П. Ворон, В. Г. Мазепа, Г. К. Приступа, Т. Ф. Стельмахова, аспіранти С. В. Зібцев, І. О. Присада, В. В. Лавров) під керівництвом Петра Степановича провели широкомасштабні дослідження стосовно визначення впливу аеротехногенного забруднення на різні компоненти лісових екосистем і розробили практичні рекомендації щодо підвищення їхньої екологічної стійкості (Pasternak and Voron, 1994). Зазначимо, що дослідженнями було охоплено шість великих промислових центрів у різних природних зонах України.

А потім розпочався новий напружений життєвий період П. С. Пастернака, пов'язаний із ліквідацією наслідків Чорнобильської екологічної катастрофи. Від перших днів аварії на Чорнобильській АЕС під керівництвом Петра Степановича було розгорнуто дослідження з широкого кола проблем у тих регіонах України, що зазнали радіоактивного впливу. Для ефективного та скорішого вирішення поставлених завдань ним було організовано три нові лабораторії радіологічного спрямування – в Старопетрівській (нині – Клавдієвська), Новгород-Сіверській і Поліській (нині – Поліський філіал) лісових дослідних станціях УкрНДІЛГА. Саме він керував усією тематикою, пов'язаною з дослідженням впливу радіації на стан лісів.

П.С. Пастернак не тільки керував радіологічною науковою тематикою, але й брав безпосередню участь у проведенні досліджень, у закладанні перших науково-дослідних об'єктів на радіоактивно забруднених територіях (рис. 2). Неодноразове перебування в умовах радіоактивного опромінення не могло не позначитися на здоров'ї П.С. Пастернака.



Рис. 2 – П. С. Пастернак (ліворуч) у складі робочої групи під час обстежень радіоактивно забрудненої території навколо Чорнобильської АЕС

Fig. 2 – P. S. Pasternak (left) as part of a working group during surveys of the radioactively contaminated area around the Chernobyl Nuclear Power Plant

Результати досліджень дали можливість оцінити характер розподілу радіонуклідів у лісових екосистемах, визначити шляхи їхньої міграції, надати практичні рекомендації щодо режиму господарювання на лісових територіях із різною щільністю радіоактивного забруднення. На закладених під керівництвом П. С. Пастернака дослідних об'єктах і дотепер здійснюють науково-дослідні роботи. Накопичений науково-практичний досвід був покладений в основу вперше розроблених «Тимчасових рекомендацій з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення». Основні положення цього документа з відповідними доповненнями й уточненнями діють і нині.

П. С. Пастернак уперше в Україні започаткував науковий напрям, пов'язаний із моніторингом лісів, який нині є вкрай важливим на державному та міжнародному рівнях.

За керівництва або участі Петра Степановича було розроблено низку важливих документів: лісорослинне та лісогосподарське районування (Pasternak *et al.*, 1980), природно-господарське районування лісових ґрунтів, районування за небезпекою забруднення природних вод стоками із сільськогосподарських угідь, інструкцію з великомасштабного обстеження й картографування лісового фонду, критерії оцінювання стану лісових екосистем під час нормування аеротехногенного забруднення зовнішнього середовища, кадастр типів лісу у зв'язку з промисловим забрудненням тощо.

Для практичного застосування в лісовій галузі ним із групою авторів видано наукові праці, які успішно використовують і в сучасних умовах: «Посібник Карпатського лісівника» (Carpathian Forester's Handbook, 1980), «Малі річки України» (Yatsyk *et al.*, 1991), «Справочник лесовода» (Pasternak, 1990). Загалом з-під пера П. С. Пастернака вийшло понад 280 наукових праць, а під його редагуванням опубліковано близько 80 наукових збірників і монографій (рис. 3).



Рис. 3 – З наукової спадщини П. С. Пастернака

Fig. 3 – From the scientific heritage of P. S. Pasternak

Велику увагу П. С. Пастернак приділяв підготовці наукових кадрів, створив власну школу лісівників-екологів; під його керівництвом понад 30 науковців захистили свої дисертації. Учні Петра Степановича наразі очолюють важливі напрями наукових досліджень у лісовій

та інших галузях, гідно продовжують його справу, ефективно й плідно розвивають наукові ідеї, започатковані ним (рис. 4). Його наукові погляди поділяють та успішно примножують його сини, яким він передав своє ставлення до людей і до праці.



Рис. 4 – П. С. Пастернак (у середині нижнього ряду) серед своїх учнів
Fig. 4 – P. S. Pasternak (in the middle of the bottom row) among his students

Петро Степанович вирізнявся неабияким талантом вчителя. Для своїх учнів він був не просто науковим керівником, а й педагогом, наставником, «науковим батьком». Він вчив бути самостійними, умів створювати здорову творчу конкуренцію, що вносило особливий сенс і мотивацію в наукову діяльність колективу. П. С. Пастернак любив життя, любив людей. Вражала його особлива чуйність не тільки до колег, але й до підлеглих і навіть до тих, із ким він просто спілкувався. У Петра Степановича не було особливої різниці між простим лаборантом і завідувачем лабораторії чи директором станції. Він з повагою, чуйністю й особливою теплотою ставився до всіх, завжди випромінював непідробний оптимізм і позитивний настрій.

За значні заслуги П. С. Пастернака було нагороджено орденами та медалями; в 1979 р. йому було присвоєно почесне звання «Заслужений лісівник України», в 1985 р. нагороджено Почесною грамотою Верховної Ради України, а в лютому 1993 р. обрано академіком Української екологічної академії наук.

Петро Степанович «горів» роботою, 10–12-годинні робочі дні та майже без вихідних були для нього нормою. Безумовно, це також не впливало позитивно на стан його здоров'я; шкода, що доля відвела йому так мало часу. На початку 90-х років П. С. Пастернак залишив посаду директора УкрНДІЛГА й став працювати завідувачем лабораторії екології. І навіть у цей короткий час він сповна віддавався науковій діяльності та продукував нові творчі ідеї. 10 січня 1994 р. його не стало.

Світла пам'ять про нього залишиться не тільки у друзів, колег і учнів Петра Степановича, а й у тих, хто мав щасливу можливість просто спілкуватися з ним.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Carpathian Forester's Handbook* (1980). Uzhhorod: Karpaty (in Ukrainian).
- Chernyavskiy, M. (2005) 'Scientific activity of P.S. Pasternak' in *Professor P. S. Pasternak. Scientific and life path (on the 80th anniversary of his birth)*. Kharkiv: URIFFM, pp. 13–29 (in Ukrainian).
- Havrusevych, A. (2005) 'The activities of P. S. Pasternak in Zakarpatska Forest Research Station' in *Professor P. S. Pasternak. Scientific and life path (on the 80th anniversary of his birth)*. Kharkiv: URIFFM, pp. 62–66 (in Ukrainian).
- Matukhno, Yu. (2005) 'My 'liberal' boss' in *Professor P. S. Pasternak. Scientific and life path (on the 80th anniversary of his birth)*. Kharkiv: URIFFM, pp. 74–81 (in Ukrainian).
- Molotkov, P. (2005) 'On the 70th anniversary of the birth of Piotr Stepanovych Pasternak' in *Professor P. S. Pasternak. Scientific and life path (on the 80th anniversary of his birth)*. Kharkiv: URIFFM, pp. 30–36 (in Ukrainian).
- Pasternak, P.S. (1953) 'The influence of *Caragana arborescens* on mobile forms of nitrogen in forest soils', *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR*, 4, pp. 259–263 (in Ukrainian).
- Pasternak, P.S. (1958) 'Some data on the physical and chemical properties of forest soils in the Ukrainian Carpathians' in *Issues of increasing the productivity of Carpathian forests: Proceedings of the Zakarpatska Forest Research Station*, Vol. I. pp. 18–32 (in Russian).
- Pasternak, P.S. (1960) 'Organic matter content in mountain forest soils of the Carpathians' in *About the restoration of mountain forests in the Carpathians: Proceedings of the Carpathian Forestry Research Station*, Vol. II, pp. 39–47 (in Ukrainian).
- Pasternak P.S. (1963) 'Interaction between forest and soil in pure spruce forests of the Ukrainian Carpathians' in *Issues of ecology of mountain forests of the Carpathians: Scientific works of the Carpathian Forest Research Station*, Vol. III, pp. 5–19 (in Ukrainian).
- Pasternak, P.S. (1967) *Forest soils of Ukrainian Carpathians*. Uzhgorod: Karpaty (in Ukrainian).
- Pasternak, P.S. (1968) *Interaction between forest and soil in the main forest types of the Ukrainian Carpathians*. Extended abstract of Doctoral thesis. Kyiv (in Russian).
- Pasternak, P.S. (ed.) (1990) *Forester's handbook*. Kyiv: Urozhai (in Russian).
- Pasternak, P.S., Kiselevskiy, R.G., Fedets, I.F. and Medvedev, L.A. (1980) 'Forestry zoning of the Ukrainian SSR', *Forestry and Forest Melioration*, 56, pp. 43–51 (in Russian).
- Pasternak, P.S., Posohov, P.P., Fedets, I.P., Shinkarenko, I.B. (1976) *Coniferous forests of Ukraine*. Kyiv: Urozhai (in Ukrainian).
- Pasternak, P.S. and Skiba, V.V. (1962) 'The content and composition of humus in brown forest soils of the Carpathians', *Pochvovedenie*, 12, pp. 74–79 (in Russian).
- Pasternak, P.S. and Voron, V.P. (1994) 'Changes in forest ecosystems under the aerotechnogenic pollution', *Ukrainian Botanical Journal*, 51(1), pp. 54–60 (in Ukrainian).
- Yatsyk, A.V., Byshovets, L.B., Bohatov, Ye.O. et al. (1991) *Small rivers of Ukraine*. Kyiv: Urozhai (in Ukrainian).

CENTENARY OF THE FOUNDER OF UKRAINIAN FORESTRY SCIENCE – PROFESSOR P.S. PASTERNAK

Tkach V. P.¹, Voron V. P.^{2*}

This manuscript marks the centenary of the birth of Professor Petro S. Pasternak, an outstanding Ukrainian scientist whose contributions significantly advanced forestry science, including forest typology, forest soil science, and forest ecology. Pasternak's work in forest typology was firmly grounded in the ecological principles established by the founders of this scientific field, particularly Academician P. S. Pogrebnnyak, under whom he studied and with whom he closely collaborated. Pasternak's attention was devoted to various theoretical and practical issues regarding the interactions of tree species across different forest types, forest vegetation and forestry zoning, forestry management on zonal-typological and program-targeted principles, forest use and protection of forest ecosystems under anthropogenic load, the creation of agroforestry and reclamation plantations, in particular on former agricultural lands.

Key words: URIFFM, forestry, silviculture, forest soil science, forest ecology, reforestation, afforestation.

Дата надходження рукопису 04.11.2025

Дата прийняття до друку 16.12.2025

Дата публікації 29.12.2025

¹ Tkach Viktor, Dr. habil. (Agricultural Sciences), Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine and National Academy Agricultural Science of Ukraine, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: tkach@uriffm.org.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0588-1479>

² Voron Volodymyr, Dr. habil. (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: 52corvus@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1059-3032>

*Correspondence: 52corvus@gmail.com

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Загальна інформація

Редколегія збірника «Лісівництво і агролісомеліорація» (Україна, 61024, Харків-24, вул. Григорія Сковороди, 86, УкрНДЛГА) приймає до друку оригінальні статті, а також повідомлення та оглядові статті з лісівництва й лісознавства та суміжних галузей обсягом до 10 сторінок.

Статті до збірника приймаються українською та англійською мовами.

Плата за редакційну обробку і публікацію відсутня.

Усі рукописи рецензують щонайменше два незалежні рецензенти. Редакційна колегія ухвалює остаточне рішення щодо можливості опублікування роботи. Редакція залишає за собою право вносити в текст необхідні виправлення, що не змінюють авторської думки.

До редколегії подають електронний варіант статті, який слід надсилати на адресу:

Valentynameshkova@gmail.com_або obolonik@uriffm.org.ua

Рукопис

Основні вимоги до статей – новизна, актуальність і обґрунтованість наведених фактів, відтворюваність експериментальних даних за наведеними методиками та оформлення рукопису відповідно до вимог збірника. Оригінальна робота має спиратися на науково обґрунтовані експерименти, спостереження чи аналіз масивів багаторічних даних (наприклад, кліматичних показників, матеріалів лісовпорядкування, результатів моніторингу стану лісів тощо) та надавати значний обсяг нової інформації. Стаття має містити посилання на релевантні джерела (переважно за останні п'ять років), перелік яких надають у розділі «Посилання».

Текст статті має відповідати загальним вимогам до написання наукових праць і бути відповідно структурованим. Структура наукової (експериментальної) статті має містити такі розділи: **Вступ, Матеріали й методи, Результати, Обговорення** (окремий розділ), **Висновки, Подяки** (за потреби), **Джерела фінансування, Посилання**.

Структура оглядової статті може мати різну кількість структурних розділів із довільними назвами, але обов'язково має містити такі розділи: **Вступ (з обґрунтуванням і формулюванням мети дослідження), Висновки, Посилання**.

У «Вступі» необхідно стисло викласти стан питання та обґрунтувати необхідність виконання досліджень, представлених у поданій статті. Сформулювати мету досліджень, яка не повинна дублювати назву статті, та **за необхідності** основні завдання.

У розділі «**Матеріали й методи**» слід чітко вказати, де проведено дослідження. За необхідності надати стисло характеристику кліматичним, ґрунтовим та іншим умовам, навести координати пунктів, де проведено обліки, та показати їхнє розташування на карті. Чітко зазначити джерела даних, які показники вимірювали, яким чином, якими приладами, які реактиви чи препарати застосовували у дослідках, одиниці виміру, норми витрати тощо. Необхідно обґрунтувати застосування тих чи інших методів статистичного аналізу з посиланням на сучасні літературні джерела, зазначити пакет програм, використаний для обчислення, та критерії оцінювання значущості (вірогідності) результатів.

Текст розділу «**Результати**» викладають згідно із метою дослідження. Не дублюють методику. Розміщують таблиці та рисунки з мінімумом тексту. Всі пояснення до рисунків і таблиць та порівняння з даними інших авторів розміщують у розділі «**Обговорення**».

У розділі «**Обговорення**» демонструють значущість отриманих результатів у контексті наявних досліджень, висвітлюють обмеження дослідження та перспективи його поглиблення.

«**Висновки**» мають бути чіткими та стислими й відповідати поставленим завданням, можуть містити пропозиції чи рекомендації для дослідників або практиків.

У розділі «**Подяки**» зазначають осіб, які не відповідають критеріям авторства, але надали професійні послуги зі збору матеріалу, написання чи редагування статті. Автори мають упевнитися, що зазначені особи погоджуються бути згаданими у розділі «Подяки».

Зразки розділу «Подяки» (Acknowledgments):

Подяки. Автори вдячні дослідникам лабораторії... Інституту...

Acknowledgments. The authors would like to thank the researchers of the Laboratory ... and the anonymous reviewers for their valuable advice, useful and constructive recommendations and text revision.

Дані про «**Джерела фінансування**» мають містити як мінімум посилання на бюджетну чи господарську договірну тему, гранти тощо. Усі джерела фінансування дослідження, про яке повідомляється в статті, мають бути задекларовані. Якщо спонсор відігравав певну роль у розробленні концепції, дизайні, зборі даних, аналізі, прийнятті рішення про публікацію або підготовці рукопису, про це має бути повідомлено.

Зразки розділу «Джерела фінансування» (Sources of Funding):

Джерела фінансування. Статтю підготовлено авторами в межах виконання тем досліджень УкрНДІЛГА (тема №), замовником яких було Державне агентство лісових ресурсів України, ...

Sources of Funding. This work was supported by (grant number xxxx).

«**Посилання**» містять перелік лише тих джерел (публікацій, вебсайтів тощо), на які є посилання у тексті. Всі посилання, що є у тексті, мають бути описані у розділі «Посилання».

Текст рукопису набирати у текстовому редакторі Word, подавати у форматі *.doc (*.docx). Стили не застосовувати. Текст статті набирати шрифтом Times New Roman 12 pt, між рядками одинарний інтервал, розмір паперу A4, береги: угорі та внизу – 2,1 см, бокові – 2 см; номери сторінок у файлі не ставити. Рівняння тексту – по ширині, абзацний відступ 0,8 см.

У лівому верхньому куті зазначити УДК (10 pt). НАЗВУ СТАТТІ набирати великими літерами (12 pt, напівгрубий, рівняння по центру). Нижче вміщувати ініціали та прізвища авторів через кому з відповідною виноскою внизу сторінки конкретно по кожному автору із зазначенням такої інформації:

- прізвище, ім'я, по батькові автора;
- науковий ступінь та наукове звання;
- повна офіційна назва установи, де працює автор, її юридична адреса;
- електронна адреса;
- номер ORCID.

Зірочкою (*) позначити автора, який буде вести кореспонденцію на всіх етапах рецензування та публікації, а також після неї.

Анотацію українською мовою (120–150 слів) розміщувати після прізвищ авторів, набирати шрифтом 10 pt, наприкінці її вміщувати ключові слова (до п'яти слів або словосполучень). Ключові слова не повинні повторювати слова із назви статті.

Анотацію англійською мовою набирати за такими ж правилами, як і українською, але вміщувати після «ПОСИЛАНЬ». Перед текстом анотації англійською мовою (10 pt) вміщувати назву статті, прізвища та ініціали авторів через кому з відповідною виноскою внизу сторінки конкретно по кожному автору із зазначенням повної інформації про авторів англійською мовою (прізвище, ім'я автора; науковий ступінь та наукове звання; повна офіційна назва установи, де працює автор, її юридична адреса; електронна адреса; ORCID). **Увага!** Назву установи англійською мовою слід наводити так, як її зазначено в англійській версії офіційного сайту установи. Після тексту анотації навести ключові слова англійською мовою.

Родові та видові назви рослин і тварин під час першого згадування наводити латинською мовою курсивом.

Таблиці і рисунки

Таблиці й рисунки повинні мати назви та єдину нумерацію, бажано розміщувати їх після першого згадування. Ілюстрації не повинні дублювати таблиці, а текст – цифри з таблиць і рисунків.

Таблиці й рисунки надавати лише в книжному форматі.

У статтях, написаних українською мовою, підписи до рисунків і заголовки таблиць, примітки до них, заголовки головок і боковиків таблиць потрібно подавати двома мовами – українською та англійською.

Зразок оформлення ТАБЛИЦІ:

Статистичні показники значення щільності забруднення лісових ґрунтів ¹³⁷Cs за різної кількості спостережень (2020 р.)

Таблиця 4

137Cs

Table 4

Statistical values for the density of forest soil contamination with ¹³⁷Cs for different numbers of observations (2020)

№ кварталу Compartment number	Кількість зразків Number of samples	Статистичні параметри значення щільності радіоактивного забруднення, кБк·м ⁻² Statistical values for the density of radioactive contamination, kBq·m ⁻²						
		<i>M</i>	$\pm m$	$\pm \sigma$	max	min	<i>V</i> , %	<i>P</i> , %
82	35	133,3	10,52	62,2	355,2	37,0	46,7	7,9

Зразок оформлення підписів до РИСУНКІВ

Рис. 2 – Динаміка втрати води тканинами листя різних клонів тополь

Fig. 2 – Dynamics of water loss by leaf tissues of different poplar clones

Графіки й діаграми виконують засобами *Microsoft Excel*. Використовують лише чорно-біле забарвлення та штрихування. Назви рисунків набирають у тексті, а не на рисунку. Окремо додають файл *.xls для зручності редагування. У випадку великого тексту легенди в ній указують скорочені назви або цифрові позначення, які розшифровують у дужках у підписі до рисунку. Якщо рисунки виконані в іншій програмі та не відповідають вимогам до оформлення, їх повертають авторам для виправлення.

Скановані чорно-білі рисунки або фотографії подають у форматі *.jpg. На мікрофотографіях зазначають збільшення.

Посилання

Всі бібліографічні посилання рукопису, незалежно від мови статті, яку подають, мають бути наведені латиницею та оформлені за **Гарвардським стилем цитування (Harvard Referencing Style)**: <https://www.mendeley.com/guides/harvard-citation-guide/>

Посилання на інші публікації в тексті слід оформлювати таким чином:

- одноосібний автор: (Meshkova, 2006);
- два автори: (Meshkova and Davydenko, 2006);
- три або більше авторів: (Meshkova *et al.*, 2006); “*et al.*” завжди слід писати курсивом;
- без автора: (*Monitoring and increasing the resilience of man-made forests*, 2011).

– кілька посилань в одному місці тексту оформлюють в одних дужках, розділивши їх крапкою з комою; перелічувати їх слід у порядку року публікації: (Catal and Carus, 2011; Yan *et al.*, 2016; Kollas *et al.*, 2018; Pilichowski *et al.*, 2018);

– кілька джерел одного автора, які опубліковані в різні роки: (Morey, 2010; 2019);

– кілька джерел одного автора, які опубліковані в одному році, важливо розрізняти у посиланнях, ставлячи після року в першому джерелі, на яке посилаються автори статті, літеру «а», у другому – «b» і так далі: (Danylenko *et al.*, 2021a), (Danylenko *et al.*, 2021b).

Автоматичні посилання на джерела **заборонені**. Прізвища авторів наводити у транслітерації латиницею або в англійському варіанті написання.

Розділ ПОСИЛАННЯ – REFERENCES вмішувати після тексту статті. Джерела не нумерувати, наводити за абеткою, використовуючи наведені нижче рекомендації щодо стилю. За наявності ідентифікатора DOI та ISBN зазначити їх наприкінці посилання.

Назви періодичних видань наводити повністю.

Роботи, написані латиницею, подавати мовою оригіналу.

Роботи, написані кирилицею, подавати таким чином: імена авторів англійською мовою (або транслітеровані), рік, переклад назви статті англійською мовою, транслітерована або загальноприйнята назва видання англійською мовою, том, номер, діапазон сторінок; далі у квадратних дужках – імена авторів та оригінальна назва статті; наприкінці посилання зазначити мову оригіналу (in Ukrainian). Якщо стаття, надрукована кирилицею, має англійську анотацію, то використовувати наведену в цій анотації назву статті та зазначений варіант написання імен авторів.

Зразки оформлення ПОСИЛАНЬ

Книга:

Прізвище автора, Ініціали. (Рік видання) *Назва книги*. Видання (2-ге, 3-тє,...; зазначається за потреби, якщо не перше). Місце видання: Видавництво. ISBN (за наявності)

Зразок:

Hrom, M.M. (2007) *Forest mensuration*. 2nd edn. Lviv: RVV NLTU. [Гром М. М. Лісова таксація] (in Ukrainian).

Частина книги:

Прізвище автора, Ініціали. (Рік видання) 'Назва розділу' in Прізвище редактора, Ініціали. (ed(s).) *Назва книги*. Місце видання: Видавництво, номери сторінок. ISBN (за наявності)

Зразок:

Davydenko, K. and Meshkova, V. (2017) 'The current situation concerning severity and causes of ash dieback in Ukraine caused by *Hymenoscyphus fraxineus*' in Vasaitis, R. and Enderle, R. (eds.) *Dieback of European Ash (Fraxinus spp.): Consequences and Guidelines for Sustainable Management*. Uppsala: SLU Service/Repro, pp. 220–227. ISBN 978-91-576-8696-1

Книга з редактором:

Прізвище редактора, Ініціали. (ed(s).) (Рік видання) *Назва книги*. Видання (зазначається за потреби, якщо не перше). Місце видання: Видавництво. ISBN (за наявності)

Зразок:

Didukh, Ya.P. (ed.) (2009) *Red Book of Ukraine. Plant World*. Kyiv: Global consulting. [Дідух Я. П. Червона книга України. Рослинний світ] (in Ukrainian).

Книга без редактора:

Назва книги (Рік видання). Місце видання: Видавництво. ISBN (за наявності)

Зразок:

Monitoring and increasing the resilience of man-made forests. (2011). Kharkiv: Nove slovo. [Моніторинг і підвищення стійкості штучних лісів] (in Ukrainian).

Статті у періодичних виданнях:

Прізвище автора, Ініціали. (Рік видання) 'Назва статті', *Назва журналу*, том(випуск), номери сторінок.

Зразок:

Danylenko, O.M., Yushchuk, V.S., Rumiantsev, M.H. and Mostepaniuk, A.A. (2021) 'Some features of the growth and condition of pine plantations created by different planting material', *Scientific Bulletin of UNFU*, 31(1), pp. 26–29. [Даниленко, О. М., Ющик, В. С., Румянцев, М. Г., Мостепанюк, А. А. Особливості росту та стану соснових культур, створених різним садивним матеріалом, у Південно-східному лісостепу України] (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36930/40310104>

Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Shlonchak, H. A., Samoday, V. P. and Neyko, I. S. (2015) 'Results of pine and oak plus trees selection in the plains of Ukraine and in Crimea in 2010–2014', *Forestry and Forest Melioration* [Лісівництво і агролісомеліорація], 126, pp. 139–147. [Лось С. А., Терещенко Л. І., Шлончак Г. А., Самодай В. П., Нейко І. С. Результати відбору плюсових дерев сосни і дуба в рівнинній частині України та Криму у 2010–2014 рр.] (in Ukrainian).

Матеріали конференцій

Прізвище автора, Ініціали. (Рік видання) ‘Назва публікації’, in Прізвище редактора, Ініціали. (Ed.), *Назва матеріалів конференції, яка може містити місце та дату (дати) проведення*. Місце видання: Видавництво, номери сторінок. ISBN (за наявності)

Зразок:

Slobodyan, P.Ya. (2013) ‘Classification of trees in stands for forest protection needs’, in *Forestry Education and Science: History, current State and Development Prospects. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference* [Лісівнича освіта і наука: історія, сучасний стан та перспективи розвитку: матеріали міжнародної науков-практ. конф.]. Kharkiv: KhNAU, pp. 155–158. [Слободян П. Я. Класифікація дерев у лісостані для потреб лісозахисту] (in Ukrainian).

Millers, M. and Magaznieks, J. (2012) ‘Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stem wood and bark moisture and density influencing factors’, in *Research for Rural Development. International Scientific Conference*. Jelgava: LLU, Vol. 2, pp. 91–98.

Дисертації

Прізвище автора, Ініціали. (Рік видання) *Назва дисертації*. PhD thesis. Місце захисту: Наукова установа.

Зразок:

Sydorenko, S.G. (2017) *Postpyrogenic growth of Scots pine stands in the Left-bank Forest Steppe of Ukraine*. PhD thesis. Kharkiv: URIFFM. [Сидоренко С. Г. Постпірогенний розвиток сосняків Лівобережного Лісостепу України. Дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук] (in Ukrainian).

Автореферати дисертацій

Прізвище автора, Ініціали. (Рік видання) *Назва документу*. Extended abstract of PhD thesis. Місце захисту: Університет.

Зразок:

Bobrov, I.O. (2016) *Spread and injuriousness of pine bark bug in the stands of Novgorod-Siverske Polissya*. Extended abstract of PhD thesis. Kharkiv: URIFFM. [Бобров І. О. Поширеність і шкідливість соснового підкорового клопа в насадженнях Новгород-Сіверського Полісся. Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук] (in Ukrainian).

Стандарти:

Зразок:

Forest inventory sample plots. Establishing method. Corporate standard 02.02-37-476:2006. (2007). Valid from May 1, 2007. Kyiv: Ministry of Agrarian Policy of Ukraine. [Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання. СОУ 02.02-37-476:2006] (in Ukrainian).

Електронні ресурси:

Статті

Прізвище автора, Ініціали. (Рік) ‘Назва статті’, *Назва журналу*, том(випуск), номери сторінок. Available at: URL (Accessed: День Місяць Рік).

Зразок:

Zepner, L., Karrasch, P., Wiemann, F. and Bernard, L. (2020) ‘ClimateCharts.net – an interactive climate analysis web platform’, *International Journal of Digital Earth*, 14(3), pp. 338–356. Available at: <https://climatecharts.net> (Accessed: 13 March 2023).

Записи джерел для веб сторінок без чітко визначеного автора можуть починатися з назви відповідного сайту або організації:

Організація (Рік останнього оновлення сторінки) *Заголовок веб-сторінки*. Available at: URL (Accessed: День Місяць Рік).

Зразок:

Google (2019) *Google terms of service*. Available at: <https://policies.google.com/terms?hl=en-US> (Accessed: 27 January 2020).

UNECE (2023) *The European Forest Sector Outlook Study II (2010-2030)*. Available at: <https://unece.org/forests/publications/european-forest-sector-outlook-study> (Accessed: 5 January 2023).

Публікація без автора:

Коли джерело не має чітко визначеного автора, часто існує відповідне корпоративне джерело – організація, відповідальна за джерело, – яке можна зазначити як автора. Якщо ж це не так, можна просто замінити його назвою джерела як у внутрішньотекстовому посиланні, так і в списку використаних джерел, наприклад:

Sanitary Forests Regulations in Ukraine (2016). Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 756 dated 26 October 2016. Available at: <https://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п> (Accessed: 30 April 2023) [Санітарні правила в лісах України. Постанова Кабінету міністрів України від 26 жовтня 2016 р. № 756] (in Ukrainian).

Окремим файлом (формат ***.doc (*.docx), *.rtf**) до статті необхідно подати **розширене резюме (SUMMARY) англійською мовою (загальна кількість знаків без пробілів 2700–3000)**. Резюме має бути відповідним чином структурованим, зокрема має містити такі структурні елементи: **Introduction, Materials and Methods, Results, Conclusions, Keywords**. Таке резюме у паперовому варіанті друкуватися не буде, але є обов’язковим для розміщення на веб-сторінці видання.

Сайт збірника «Лісівництво і агролісомеліорація»: <https://forestry-forestmelioration.org.ua>

ДОВІДКА РЕЦЕНЗЕНТА

Рецензент статей, які можуть бути надруковані у збірнику наукових праць «Лісівництво і агролісомеліорація», має звернути увагу на такі аспекти.

1. Назва статті – чи відображає зміст і мету статті, чи є достатньо унікальною (з уточненням регіону, лісорослинних умов тощо) і достатньо лаконічною.

2. Чи тема відповідає науковому профілю збірника?

3. Чи є тема актуальною, чи має дослідження новизну та практичне значення?

4. Анотація – чи відповідає змісту та висновкам, чи достатнього обсягу (120–150 слів)?

5. Резюме англійською мовою, яке має розміщуватися на сайті, має містити 2700–3000 знаків без пробілів і бути структурованим: *Introduction. Materials and Methods. Results. Conclusions. Keywords.*

6. Ключові слова мають бути адекватні змісту статті (до 5 слів чи словосполучень). Вони не повинні повторювати слова із назви статті.

7. У Вступі має бути наведено стан питання, зазначено, що не вивчено або вивчено недостатньо, які є суперечні дані. В кінці вступу має бути сформульована мета дослідження. Мета не повинна дублювати назву статті.

8. Матеріали й методи. Де, коли і як проведено дослідження? Які статистичні методи використано для аналізу одержаних даних? Чи надано достатні подробиці, щоб незалежний дослідник міг відтворити роботу? Якщо методики вже опубліковано, на них має бути посилання. Будь-які зміни в існуючих методиках також мають бути описані.

9. Результати. Чи результати дослідження правильно презентовано? Чи коректно побудовано таблиці та графіки? Чи на всі таблиці та рисунки є посилання у тексті? Звернути увагу на точність округлення цифр у графіках і таблицях, на наявність пояснень символів у примітках.

10. Обговорення. Чи наявний аналіз отриманих даних, порівняння з подібними публікаціями з інших регіонів? Дати можливі пропозиції за необхідності.

11. Чи висновки повно і правильно ілюструють результати дослідження, чи вони впливають із результатів? Чи є висновки чіткими та стислими?

12. Чи можуть або мають деякі частини статті бути скорочені, вилучені, розширені або перероблені? Чи є рекомендації з погляду стилю й мови?

13. Список літератури. Чи є задовільною кількість літературних джерел? Чи є доцільними всі посилання? Чи оформлений список літератури за абеткою та згідно із сучасними вимогами, чи на всі джерела списку є посилання в тексті?

14. Рекомендації:

a. опублікувати без змін

b. може бути опублікована після незначних змін

c. може бути опублікована після значних змін

d. має бути відхилена

Додаткові думки, зауваження та рекомендації рецензента:

Підпис рецензента

ЗМІСТ

ЛІСІВНИЦТВО	
Жежжун А. М., Порохняч І. В. Особливості формування самосійних лісів сосни звичайної на колишніх сільськогосподарських землях Східного Полісся та північно-східної частини Лівобережного Лісостепу Zhezhkun A. M., Porokhniach I. V. Features of the formation of self-seeded Scots pine forests on abandoned agricultural lands in Eastern Polissia and the northeastern part of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine	3
Румянцев М. Г., Кобець О. В., Мусієнко С. І. Санітарний стан природних дубових деревостанів Лівобережного Лісостепу України Rumiantsev M. H., Kobets O. V., Musienko S. I. Health condition of natural oak stands in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine	18
Тарнопільська О. М., Мусієнко С. І., Лук'янець В. А., Кобець О. В. Лісівнича ефективність режимів вирощування штучних соснових насаджень у Північному Степу України Tarnopilska O. M., Musienko S. I., Lukyanets V. A., Kobets O. V. Silvicultural efficiency of cultivation regimes for artificial pine stands in the Northern Steppe of Ukraine	27
Шишканинець І. Ф. Моніторинг стану похідних ялинових насаджень у національному природному парку «Зачарований край» Shyshkanynets I. F. Monitoring of secondary Norway spruce stands condition in the Zacharovanyi Krai National Nature Park	39
СЕЛЕКЦІЯ, ДЕНДРОЛОГІЯ	
Сіщук М. М., Кацуляк Ю. Д., Сіщук Н. М., Стамбульська У. Я. Досвід упровадження найбільш перспективних хвойних інтродуцентів у регіоні Карпат Sishchuk M. M., Katsulyak Y. D., Sishchuk N. M., Stambulska U. Ya. Experience in introducing the most promising exotic coniferous species in the Carpathian region	46
ЛІСОВІДТВОРЕННЯ, АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ, ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ	
Распопина С. П., Букиша І. Ф., Пивовар Т. С. Методичні аспекти організації моніторингу лісових ґрунтів в Україні Raspopina S. P., Buksha I. F., Pyvovar T. S. Methodological aspects of forest soil monitoring organisation in Ukraine	57
Румянцев М. Г., Даниленко О. М., Тарнопільський П. Б., Ющик В. С. Ефективність застосування добрив під час вирощування сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою у Південно-Східному Лісостепу України Rumiantsev M. H., Danylenko O. M., Tarnopilskyi P. B., Yushchuk V. S. Effectiveness of fertilizer application during containerized english oak seedling cultivation in the South-Eastern Forest-Steppe of Ukraine	68
ЕКОЛОГІЯ І МОНІТОРИНГ	
Портянко Т. М., Ротте С. В. Методи профілактики й мінімізації ризиків лісових пожеж у системі лісгосподарського менеджменту України Portyanko T. M., Rotte S. V. Methods for mitigating and minimizing forest fire risks in the Ukrainian forest management system	80
ЗАХИСТ ЛІСУ	
Ус В. М. Сезонна динаміка заселення комахами-карпофагами жолудів дуба звичайного в лісових смугах Харківської області Us V. M. Seasonal dynamics of English oak acorns infestation by carpophagous insects in forest shelter belts in Kharkiv region	86
Усцький І. М., Жадан І. В., Дишко В. А. Динаміка патологічних процесів у лісах України за 2018–2024 роки Utskyi I. M., Zhadan I. V., Dyshko V. A. Dynamics of pathological processes in Ukrainian forests in 2018–2024	95
ПОДІЇ	
Ткач В. П., Ворон В. П. Сторічний ювілей фундатора української лісівничої науки – професора П. С. Пастернака Tkach V. P., Voron V. P. Centenary of the founder of Ukrainian forestry science – Professor P.S. Pasternak	108
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ	117
ДОВІДКА РЕЦЕНЗЕНТА	123