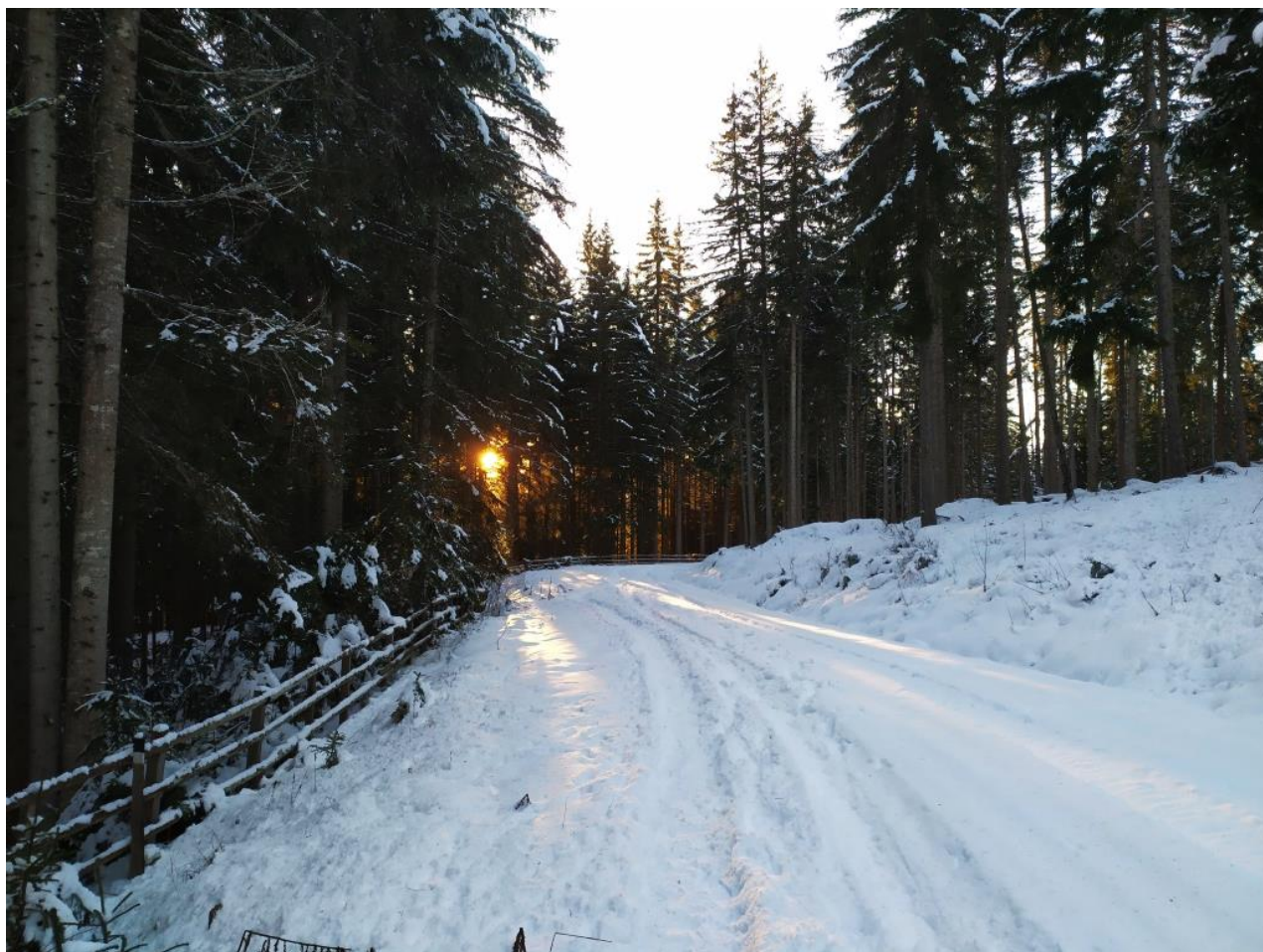


УКРАЇНСЬКИЙ ОРДЕНА «ЗНАК ПОШАНИ» НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА ТА АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЇ
ім. Г. М. ВИСОЦЬКОГО

ISSN 1026-3365
eISSN 2663-4147

ЛІСІВНИЦТВО І АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ

Збірник наукових праць
Заснований у 1965 р.
ВИПУСК 143



Харків – УкрНДЛІГА
2023

Головний редактор	д-р с.-г. наук, проф., член-кор. НАН України і НААН	В. П. Ткач
Заступник головного редактора	д-р с.-г. наук, проф.	В. Л. Мешкова
Відповідальний секретар	канд. фіз.-мат. наук, старш. дослідник	І. В. Оболоник

Редакційна колегія:

д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб.	А. М. Білоус
канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	І. Ф. Букша
канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	Н. Ю. Висоцька
д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб.	В. П. Ворон
д-р с.-г. наук, проф.	Ю. І. Гайда
канд. с.-г. наук, доцент	К. В. Давиденко
д-р с.-г. наук, доцент	В. О. Крамарець
д-р біол. наук, проф.	Г. Т. Криницький
канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	С. А. Лось
д-р с.-г. наук, проф.	В. П. Пастернак
канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	О. М. Тарнопільська
канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	І. М. Усцький
Prof. Dr.	Justyna Nowakowska (Poland)
PhD	Sergii Boiko (Poland)
PhD	Daiva Burokienė (Lithuania)
Assoc. Prof. Dr.	Mihai-Leonard Duduman (Romania)
Prof., PhD	Jaroslav Holuša (Czech Republic)

Адреса редакційної колегії: 61024, Харків, вул. Пушкінська, 86, УкрНДЦЛГА.
Тел. 8-057-707-80-01, e-mail: Valentynameshkova@gmail.com; obolonik@uriffm.org.ua

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

Л 50

Рекомендовано до друку рішенням Ученої ради УкрНДЦЛГА, протокол № 16 від 22 грудня 2023 р.

Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків: УкрНДЦЛГА, 2023. – Вип. 143. – 137 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, 2023. – Iss. 143. – 137 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.

Свідоцтво про державну реєстрацію Серія КВ № 15588-4060Р від 12.08.2009

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



В. П. ТКАЧ, М. Г. РУМ'ЯНЦЕВ, В. А. ЛУК'ЯНЕЦЬ

**ПРИРОДНЕ ВІДНОВЛЕННЯ ДУБОВИХ НАСАДЖЕНЬ ЛІВОБЕРЕЖНОГО
ЛІСОСТЕПУ ПІСЛЯ ПРОВЕДЕННЯ В НИХ ЛІСОВІДНОВНИХ РУБОК**

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Проведено обліки кількості жолудів і сходів дуба звичайного (*Quercus robur* L.), що утворилися на суцільних зрубках після проведення лісовідновних рубок смугово-поступовим способом у поєднанні із заходами сприяння природному відновленню, у роки з різною інтенсивністю плодоношення дуба. Також подано результати обліків кількості підросту (зокрема дуба) та його таксаційні показники. Виявлено, що успішність природного відновлення за шкалою УкрНДІЛГА на зрубках, утворених після проведення лісовідновних рубок в ослаблених порослевих дубових деревостанах, після років середнього, доброго та дуже доброго урожаїв жолудів (бал плодоношення 3–5) відповідала категорії «добре». Успішність природного відновлення на зрубі після року низького врожаю (бал плодоношення 2), де додатково було проведено підсівання жолудів у місцях відсутності сходів дуба, відповідала категорії «задовільне», а на зрубі після року дуже низького (бал плодоношення 1) і низького врожаю без підсівання жолудів – «недостатне». Запропоновано заходи щодо забезпечення успішного природного відновлення дубових лісів насінневим шляхом.

Ключові слова: дуб звичайний (*Quercus robur* L.), жолуді, бал плодоношення, підріст, смугово-поступовий спосіб лісовідновної рубки.

Вступ. У Лівобережному Лісостепу відновлення дубових лісів відбувається переважно штучно – шляхом створення лісових культур сіянцями з відкритою чи закритою кореневою системою або висіванням жолудів (Lukyanets et al. 2022, 2023, Rumiantsev et al. 2022a). Природному відновленню приділено набагато менше уваги. Насамперед це пов'язане з нерегулярністю успішного плодоношення дуба (*Quercus robur* L.), яке за даними деяких дослідників (Majboroda 2010, Martiník et al. 2014) відбувається в середньому раз на п'ять років і рідше. Добре плодоношення дуба в рік рубки материнського насадження є важливим чинником, що забезпечує успішне природне відновлення дубових лісів (Krunytskyu et al. 2006, Didenko 2008, Dobrovolný et al. 2017). Крім того, ступінь успішності природного відновлення дуба суттєво залежить і від інших факторів, зокрема: таксаційних показників материнських деревостанів (віку, повноти, участі дуба в їхньому складі) до рубки (Didenko 2008, Rumiantsev et al. 2018), ступеня розвитку чагарникового та трав'яного ярусів на утворених зрубках (Löf 2000, Bobiec et al. 2011, Ligot et al. 2013, Govedar et al. 2021), пізньовесняних і ранньоосінніх заморозків та екстремальних температур повітря (Krstic et al. 2018), освітленості ділянки (Březina & Dobrovolný 2011, Kanjevac et al. 2021) тощо.

Відомо (Buczuk et al. 2006, Kohler et al. 2020), що процес природного відновлення сприяє збереженню генетичного й видового різноманіття дубових лісів, а також забезпечує природний відбір найстійкіших рослин під час формування складу й структури майбутніх деревостанів. Це значно сприяє виконанню лісами багатогранних еколого-захисних функцій, підвищує їхні продуктивність і стійкість до негативної дії біотичних і абіотичних чинників навколишнього середовища, зокрема до зміни клімату (Dobrowolska 2006). Необхідність здійснення відповідних організаційно-практичних заходів, спрямованих на природне відновлення насаджень, є одним із ключових аспектів концепції наближеного до природи лісівництва (Krunytskyi et al. 2017).

Можливості природного насінневого відновлення цінних дубових насаджень останнім часом досліджували у Лівобережному Лісостепу України (Didenko 2008, Chygrynets et al. 2016, Tkach et al. 2019, 2020, 2022, Rumiantsev et al. 2022b). У зв'язку з негативною тенденцією зменшення площі дубових лісів природного походження (Tkach et al. 2019) одним із важливих аспектів ведення господарства в дубових лісах під час їхнього відтворення є ефективне використання природного поновлення дуба та інших господарсько цінних порід, а також здійснення заходів, які сприяють його появі.

В умовах інтенсивного ведення лісового господарства, антропогенного впливу та глобальних кліматичних змін слід надавати перевагу насінневому природному відновленню лісів. Дубові деревостани природного насінневого походження є стійкішими до впливу негативних чинників навколишнього середовища, збудників хвороб і комах-фітофагів, а також – продуктивнішими, порівнюючи зі штучно створеними (Tkach & Holovach 2009, Meshkova & Didenko 2017). Ці обставини визначають актуальність досліджень, пов'язаних із розробленням відповідних наукових рекомендацій щодо використання природного поновлення дуба та інших господарсько цінних порід під час відтворення природних дубових лісів Лівобережного Лісостепу України насінневим шляхом.

Мета досліджень – визначення особливостей формування природного поновлення дуба звичайного та інших господарсько цінних порід на суцільних зрубках, утворених після проведення лісовідновних рубок смугово-поступовим способом.

Матеріали й методи. Дослідження проводили в лісовому фонді державного підприємства «Харківська лісова науково-дослідна станція» у Дергачівському (пробні площі (ПП) 1 і 4), Південному (ПП 2 і 3) та Липецькому (ПП 5 і 6) лісництвах, у дубових деревостанах порослевого походження віком 105–110 років з відносною повнотою 0,72–0,84 та участю дуба в складі 8–10 одиниць, що ростуть в умовах свіжої кленово-липової діброви і які віднесено до лісопаркової частини лісів зелених зон (табл. 1).

Таблиця 1

Таксаційна характеристика дубових деревостанів до проведення в них лісовідновних рубок

Table 1

Mensuration characteristics of oak stands before the strip-gradual regeneration felling

Пробна площа (ПП) Research plot	Таксаційна характеристика материнських деревостанів до рубки Mensuration characteristics of oak stands before felling						
	Склад Composition	Вік, років Age, years	Середні Average		Відносна повнота Relative density of stocking	Клас бонітету Growth class	Запас, м ³ ·га ⁻¹ Stock, m ³ ·ha ⁻¹
			висота, м height, m	діаметр, см diameter, cm			
1	8Дз2Яз+Клг,Лпд	105	23,7	32,0	0,79	III	320
2	9Дз1Лпд+Яз,Клг	110	25,2	36,4	0,84	II	350
3	10Дз+Клп,Клг,Лпд	105	23,8	32,3	0,78	III	320
4	8Дз2Яз+Клг,Лпд	105	23,7	32,0	0,79	III	320
5	9Дз1Лпд+Клг,Клп	105	23,2	31,7	0,72	III	260
6	9Дз1Лпд+Клп,Клг	110	23,8	36,1	0,80	III	340

Примітка. Дз – дуб звичайний (*Quercus robur* L.); Клг – клен гостролистий (*Acer platanoides* L.); Клп – клен польовий (*Acer campestre* L.); Лпд – липа дрібнолиста (*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.).

У деревостанах було проведено лісовідновні рубки смугово-поступовим способом шляхом суцільного вирубування дерев у смугах завширшки 25 м у комплексі із заходами сприяння природному відновленню – залишення дерев-насінників (до 10 шт. на 1 гектар), а також прокладання плужних борозен плугом комбінованим лісовим (ПКЛ-70) на базі трактору МТЗ-82. Площа утворених зрубів становила 0,25 га (25 × 100 м). Всі зруби було залишено під наступне природне відновлення.

Під час суцільного вирубування дерев смугами залишали куліси насаджень, ширина яких сягала подвійної-потрійної ширини зрубів. У залишених смугах проводили також відповідні рубки догляду з видаленням сухостійних і пошкоджених дерев. Після переведення ділянки зрубу у вкриті лісовою рослинністю землі в залишених смугах у рубку відводили наступну лісосіку, а в утвореному в минулому молодняку проводили першу рубку догляду.

Влітку перед рубкою в усіх дубових деревостанах було проведено заходи сприяння природному відновленню дуба – розпушування поверхні ґрунту дисковими боронами, відбір дерев-насіників для подальшого залишення, видалення підліску та всіх інших порід зі складу, а також сухостійних та окремих дерев дуба, що мали ознаки ослаблення й характеризувалися б незадовільним плоношенням. На одному зрубі (ПП 4) після рубки восени додатково було проведено підсівання жолудів дуба в місцях відсутності його сходів.

Успішність плоношення в дубових деревостанах до рубки оцінювали окомірно за шестибальною шкалою В. Г. Каппера (Pasternak 1990): 0 – урожай жолудів відсутній, 1 – дуже низький урожай, 2 – низький урожай, 3 – середній урожай, 4 – добрий урожай, 5 – дуже добрий урожай. Крім того, в кінці жовтня – на початку листопада в деревостанах, відведених у рубку, проводили облік опалих жолудів шляхом їхнього збору на облікових площадках площею 1 м². Ці площадки закладали на прямих паралельних трансектах, прокладених через кожні 10 м. Відстань між площадками на трансектах становила 10 м. Кількість трансект на кожній з ПП – по 2 шт. Таким чином, на кожній з ПП закладали 20 площадок; загальна кількість облікових площадок становила 120 шт. Кількість опалих жолудів перераховували на 1 га. Окремо на кожній площадці визначали розподіл жолудів за категоріями якості: «здорові» та «пошкоджені». До категорії «здоровий» зараховували жолуді без видимих ознак пошкоджень, а до категорії «пошкоджений» – жолуді з отворами від жолудевого довгоносика (*Curculio glandium* Marsh.) і жолудевої плоджерки (*Cydia splendana* Hbr.), пошкоджені дрібними ссавцями і птахами тощо (Didenko 2008).

Влітку наступного після рубки деревостанів календарного року було проведено облік сходів дуба та інших порід, що утворилися з опалого насіння. Облік поновлення проводили на кругових облікових площадках площею 10 м² кожна, закладених на діагоналях зрубу. На кожній ділянці закладали по 14 площадок, що становило понад 5 % площі зрубу. Кількість поновлення перераховували на 1 га площі. Стосовно поновлення кожної породи визначали трапляння – виражене у відсотках відношення кількості площадок із наявністю поновлення до загальної кількості закладених облікових площадок. Ступінь успішності природного відновлення оцінювали за шкалою УкрНДЦЛГА (Pasternak 1990) після переведення кількості сходів дуба до категорії поновлення віком 4–8 років. Для цього використовували коефіцієнт 0,2, який враховує відпад рослин упродовж перших трьох років життя.

Під час оцінювання брали до уваги кількість поновлення дуба у віці 4–8 років, а також його трапляння. Якщо кількість благонадійного підросту у віці 4–8 років становила понад 6,0 тис. шт.·га⁻¹, а його трапляння – понад 65 %, то вважали, що успішність відновлення відповідає категорії «добре»; якщо кількість благонадійного підросту у віці 4–8 років була в діапазоні від 3,0 до 6,0 тис. шт.·га⁻¹ (трапляння 40–65 %) – «задовільне», від 1,5 до 2,9 тис. шт.·га⁻¹ (трапляння 20–39 %) – «недостатнє», менше ніж 1,4 тис. шт.·га⁻¹ (трапляння менше ніж 20 %) – «погане».

Більшість рослин зі складу природного поновлення з'явилися саме після проведення рубки, оскільки кількість дуба в складі попереднього поновлення до рубки була незначною – до 400 шт.·га⁻¹ і він був представлений 1–2-річними екземплярами. Винятком була ПП 3, де в складі попереднього поновлення було обліковано близько 10 тис. шт.·га⁻¹ сходів дуба, утворених після дуже доброго плоношення дуба у 2013 р.

Чергові обліки рослин у складі сформованих молодняків було проведено наприкінці вегетаційного періоду 2021 р. (ПП 2, ПП 3, ПП 5 і ПП 6) і 2022 р. (ПП 1 і ПП 4). На ПП 1 на момент проведення останнього обліку вік дуба та інших господарсько цінних порід у складі молодняків становив 13 років, на ПП 2 – 8 років, на ПП 3 – 7 років, на ПП 4 – 6 років, на ПП 5 – 4 роки та на ПП 6 – 2 роки. Облік кількості й визначення основних таксаційних показників рослин у складі підросту та молодняків також проводили на кругових облікових площадках площею 10 м² з подальшим перерахуванням на 1 га.

Вибірки даних обраховували методами варіаційної статистики з використанням пакету програм Microsoft Excel. Рівень мінливості таксаційних показників дуба та інших

господарсько цінних порід оцінювали за шкалою С. О. Мамаєва (Мамаєв 1972). Для цього розраховували коефіцієнт варіації (CV , %), що виражає стандартне відхилення показника відносно середнього значення (Watson 1969). У відповідності зі шкалою С. О. Мамаєва виділено такі рівні мінливості відповідних показників: дуже низький ($CV < 7\%$), низький ($CV = 8-12\%$), середній ($CV = 13-20\%$), підвищений ($CV = 21-30\%$), високий ($CV = 31-40\%$), дуже високий ($CV > 40\%$).

Результати та обговорення. Результати проведених досліджень свідчать, що інтенсивність плодоношення суттєво впливає на кількість утворених жолудів, а, відповідно, й на успішність природного відновлення дубових лісів. Так, в умовах свіжої кленово-липової діброви після року, що відзначався дуже добрим урожаєм (2013 р., бал плодоношення дуба – 5), під наметом дубових деревостанів виявлено близько 185 тис. шт. · га⁻¹ жолудів. Після року, що відзначався добрим урожаєм (2009 р., бал плодоношення дуба – 4), кількість жолудів була меншою на 16 %, середнім урожаєм (2017 р., бал плодоношення дуба – 3) – на 36 %, низьким і дуже низьким урожаєм (2014 р. і 2019 р., бал плодоношення дуба – 2 і 1 відповідно) – на 67–80 %. Ці особливості необхідно обов'язково враховувати в разі орієнтування на природне насіннєве відновлення дубових лісів (табл. 2).

Таблиця 2

Характеристика плодоношення дуба, кількість жолудів та їхній стан під наметом дубових деревостанів, відведених під лісовідновні рубки

Table 2

Characteristics of oak fructification, number of acorns and their quality under the canopy of oak stands designated for the strip-gradual regeneration felling

ПП Research plot	Рік рубки Year of felling	Бал плодоношення за рік до рубки Points of fructification a year before felling	Характеристика врожаю жолудів Characteristics of the acorn harvest	Кількість жолудів, тис. шт. · га ⁻¹ (у чисельнику – тис. шт. · га ⁻¹ /у знаменнику – %) Number of acorns, thousand acorns · ha ⁻¹ (numerator – thousand acorns · ha ⁻¹ / denominator – %)		
				здорові healthy	пошкоджені damaged	разом total
1	2010	4	добрий урожай	106,3/69	47,8/31	154,1/100
2	2014	5	дуже добрий урожай	131,2/71	53,3/29	184,5/100
3	2015	2	низький урожай	23,4/39	36,9/61	60,3/100
4	2017	2	низький урожай	20,2/34	38,5/66	58,7/100
5	2018	3	середній урожай	77,1/66	40,4/34	117,5/100
6	2020	1	дуже низький урожай	16,3/44	20,7/56	37,0/100

Частка пошкоджених жолудів коливалась в діапазоні 29–66 %, і в роки низьких і дуже низьких урожаїв вона була майже вдвічі більшою, ніж у роки середніх, добрих і дуже добрих урожаїв. Тому після років низьких і дуже низьких урожаїв кількість сходів дуба під наметом дубових деревостанів або на утворених зрубках є недостатньою для задовільного природного відновлення цієї породи.

Результати досліджень свідчать, що більша кількість жолудів на площі зосереджена під кронами винятково панівних і панівних дерев дуба (I і II класи росту за Крафтом), які мали добре розвинену крону та характеризувалися добрим санітарним станом. Подібні результати були отримані Г. Т. Криницьким (Krynytskyu et al. 2006) під час проведення досліджень у дубових лісах західної частини Правобережного Лісостепу (західна його частина), М. М. Діденком (Didenko 2008) – у східній частині Лівобережного Лісостепу (східна його частина), А. Martiník (Martiník et al. 2014) і L. Dobrovolný (Dobrovolný et al. 2017) – у заплавах дубових лісах Чехії та Хорватії.

Після проведення лісовідновних рубок смугово-поступовим способом кількість сходів дуба на зрубках коливалася в широкому діапазоні; проте значно більша їхня кількість утворилася після років, що характеризувалися вищою інтенсивністю плодоношення дуба. Так, після років середніх, добрих і дуже добрих урожаїв кількість сходів коливалася від 30,5 до 70,4 тис. шт.·га⁻¹, тоді як у роки низьких і дуже низьких урожаїв – від 2,0 до 11,3 тис. шт.·га⁻¹. Від кількості сходів значною мірою залежав склад молодняків (табл. 3).

Таблиця 3

Характеристика природних молодняків, сформованих після проведення лісовідновних рубок

Table 3

Characteristics of natural young stands, developed after the strip-gradual regeneration felling

ПП Research plot	Вік молодняку, років Age of the young stands, years	Показник Characteristic	Порода (у чисельнику – тис. шт.·га ⁻¹ /у знаменнику – %) Species (numerator – thousand stems·ha ⁻¹ /denominator – %)					
			Дз Oak	Яз Ash	Клг N-Maple	Клп F-Maple	Лпд Lime	Взш Elm
1	13	Кількість, тис. шт.·га ⁻¹	12,6/75	3,4/20	0,5/3	–	0,3/2	–
		Висота, м	4,0	3,6	3,8	–	3,7	–
		Діаметр, см	2,7	2,1	2,1	–	2,6	–
		Трапляння, %	100	69	24	–	18	–
2	8	Кількість, тис. шт.·га ⁻¹	19,3/85	1,0/5	1,4/6	–	0,9/4	–
		Висота, м	2,2	2,4	2,4	–	2,4	–
		Діаметр, см	1,5	1,9	1,8	–	1,9	–
		Трапляння, %	100	24	48	–	30	–
3	7	Кількість, тис. шт.·га ⁻¹	8,2/84	–	0,2/2	1,2/12	0,2/2	–
		Висота, м	1,7	–	1,9	1,7	1,8	–
		Діаметр, см	1,3	–	1,4	1,2	1,3	–
		Трапляння, %	90	–	12	42	9	–
4	6	Кількість, тис. шт.·га ⁻¹	7,0/58	2,5/21	1,2/10	0,5/4	0,8/7	–
		Висота, м	1,4	1,5	1,7	1,6	1,4	–
		Діаметр, см	0,6	0,9	1,1	1,0	1,0	–
		Трапляння, %	90	69	30	21	24	–
5	4	Кількість, тис. шт.·га ⁻¹	17,2/60	0,7/2	6,5/23	1,8/6	1,1/4	1,6/5
		Висота, м	0,6	0,9	1,0	0,9	0,6	0,8
		Трапляння, %	100	18	81	54	42	48
6	2	Кількість, тис. шт.·га ⁻¹	0,7/8	0,2/3	3,6/41	3,0/34	0,7/8	0,5/6
		Висота, м	0,2	0,2	0,4	0,4	0,3	0,4
		Трапляння, %	27	15	87	84	21	30

Результати обліків у 4-, 13- і 8-річних молодняках свідчать, що після проведення лісовідновної рубки смугово-поступовим способом після років середнього (ПП 5), доброго (ПП 1) та дуже доброго (ПП 2) урожаїв жолудів (бал плодоношення 3 і вище) в поєднанні із заходами сприяння природному відновленню (розпушуванням поверхні ґрунту дисковими боронами, залишенням «насіників», видаленням підліску, а також сухостійних і окремих дерев дуба, що мали ознаки ослаблення та характеризувалися незадовільним плодоношенням) сформувалися дубові молодняки оптимального складу. Частка дуба в них становила 60–85 % від загальної кількості залежно від віку молодняків. Серед інших порід (15–40 %) у складі молодняків були присутні ясен звичайний, клени гостролистий і польовий, липа дрібнолиста та в'яз шорсткий (див. табл. 3).

У 13-річному молодняку, сформованому після проведення рубки у рік доброго урожаю жолудів, кількість дуба становила 12,6 тис. шт.·га⁻¹ (75 % від загальної кількості). У складі

досліджуваного молодняку дуб звичайний і ясен звичайний характеризувалися рівномірним розміщенням на площі (трапляння 100 і 69 %), а клен гостролистий і липа дрібнолиста – груповим (трапляння 24 і 18 % відповідно).

Дуб характеризувався кращими таксаційними показниками (середніми висотою та діаметром), порівнюючи з іншими господарсько цінними породами. За висотою перевищення показників становило 5–10 %, за діаметром – 4–22 %. Це пояснюється своєчасним розрідженням загущених куртин поновлення супутніх порід (клена гостролистого, липи дрібнолистої, ясена звичайного), які пригнічували ріст дуба. Таке розрідження забезпечило сприятливі умови для подальшого успішного росту дуба. Також ці заходи забезпечили формування молодняків бажаного складу – переважання дуба та достатню кількість інших порід (8Дз2Яз, КЛг, Лпд).

Характерним є те, що коефіцієнти варіації за висотою коливалися від 9 до 14 %, що свідчить про низьку й середню мінливість досліджуваного показника, а за діаметром – від 16 до 36 %, що свідчить про його середню, підвищену та високу мінливість. Ця мінливість зумовлена диференціацією дерев після змикання та початком їхнього інтенсивного росту за діаметром. Загалом для молодняків такого віку характерною, зокрема, є значна мінливість середнього діаметра.

У 8-річному молодняку, сформованому після проведення лісовідновної рубки у рік дуже доброго урожаю жолудів, кількість дуба була найбільшою – 19,3 тис. шт.·га⁻¹ (85 % від загальної кількості). У складі досліджуваного молодняку дуб звичайний характеризувався рівномірним розміщенням на площі (трапляння 100 %), клен гостролистий – нерівномірним (трапляння 48 %), а ясен звичайний і липа дрібнолиста – груповим (трапляння 24 і 30 % відповідно). Дуб за висотою поступався іншим господарсько цінним породам на 9 %, а за діаметром – на 20–27 %.

Незважаючи на те, що в досліджуваному молодняку було проведено освітлення переважно верховим методом, яке полягало в розрідженні загущених куртин поновлення супутніх порід, таксаційні показники дуба виявилися нижчими проти інших порід. Проте загрози витіснення дуба зі складу молодняку немає, оскільки загалом частка інших порід становить лише 15 % від загальної кількості (рис. 1).

У 4-річному молодняку, сформованому після проведення лісовідновної рубки в рік середнього урожаю жолудів, кількість дуба становила 17,2 тис. шт.·га⁻¹ (60 % від загальної кількості). У складі досліджуваного молодняку дуб звичайний і клен гостролистий характеризувалися рівномірним розміщенням на площі (трапляння 100 і 81 % відповідно), клен польовий, в'яз шорсткий і липа дрібнолиста – нерівномірним (трапляння 54, 48 і 42 % відповідно), а ясен звичайний – груповим розміщенням (трапляння 18 %).

Дуб за висотою поступався іншим господарсько цінним породам на 33–67 % (за винятком липи дрібнолистої). Для запобігання серйозної загрози витіснення дуба зі складу молодняку більш швидкорослими супутніми породами, зокрема кленами гостролистим і польовим, в'язом шорстким і липою дрібнолистою, що присутні в складі та характеризуються рівномірним розміщенням на площі, необхідно якнайшвидше провести перше освітлення шляхом розрідження загущених куртин підросту супутніх порід і видалення екземплярів, що пригнічують ріст дуба.

Зазначимо, що загалом кількість поновлення дуба в молодняках, сформованих після проведення лісовідновної рубки в роки середнього, доброго та дуже доброго урожаю жолудів (бал плодоношення 3 і вище), є достатньою для формування в майбутньому біологічно стійких і високопродуктивних насінневих природних насаджень. На формування лісостанів із подібним складом і структурою повинна бути спрямована діяльність лісівників.

Крім того, відзначимо, що навіть після проведення лісовідновної рубки смугово-поступовим способом після року з низьким урожаєм (ПП 3 і ПП 4) кількість поновлення дуба в складі 6- і 7-річних молодняків загалом була достатньою і становила 7,0–8,2 тис. шт.·га⁻¹ (58–84 % від загальної кількості). Найбільша кількість дуба

(8,2 тис. шт.·га⁻¹) на ПП 3 зумовлена тим, що в складі попереднього поновлення до рубки було наявно близько 10 тис. шт.·га⁻¹ сходів дуба, утворених після дуже доброго урожаю жолудів у минулому році (2013 р.). Значна частина цих сходів загинула у зв'язку з недостатньою освітленістю ділянки. Проте, певна їхня кількість збереглася.



Рис. 1 – Загальний вигляд 8-річного природного молодняку (ПП 2), утвореного на зрубі після проведення лісовідновної рубки материнського деревостану

Fig. 1 – General view of 8-year-old natural young stand (Research plot 2), developed on the clear-cut area after the strip-gradual regeneration felling of the parent stand

На ПП 4 кількість дуба (7,0 тис. шт.·га⁻¹) також є достатньою, і це пов'язане з проведенням восени після рубки материнського деревостану підсівання жолудів у місцях відсутності його сходів. Тому навіть у роки низьких урожаїв (бал плодоношення дуба – 2) за умови здійснення додаткових заходів зі сприяння природному відновленню (підсівання жолудів дуба у місцях відсутності його сходів наступного року після рубки) або проведення рубок навіть через рік після року, що характеризувався добрим чи дуже добрим урожаєм (бал плодоношення дуба – 4–5), можна сформувати природні молодняки бажаного складу.

У складі досліджуваних 6- і 7-річних молодняків дуб за висотою суттєво не поступався іншим господарсько цінним породам, що також пов'язане зі своєчасним проведенням відповідних лісогосподарських заходів – розрідженням загущених куртин поновлення супутніх порід (клена гостролистого, липи дрібнолистої, ясена звичайного), які пригнічували ріст дуба. Дуб звичайний і ясен звичайний у складі молодняків характеризувалися рівномірним розміщенням на площі (трапляння 100 %), а інші породи – нерівномірним або груповим.

Характерним є те, що коефіцієнти варіації за висотою у 6–8-річних молодняках коливалися від 14 до 30 %, а за діаметром – від 12 до 47 %, що свідчить про суттєву мінливість досліджуваних показників. Ця мінливість зумовлена настанням диференціації дерев після їхнього змикання у сформованих природних дубових молодняках.

У 2-річному молодняку, сформованому після проведення лісовідновної рубки із запізненням – через рік після дуже низького врожаю жолудів навіть у поєднанні із заходами сприяння природному відновленню, кількість дуба становила лише 0,7 тис. шт.·га⁻¹ (8 % від загальної кількості), що є недостатнім для формування в майбутньому мішаних

дубових лісостанів. На цій ділянці відбулося успішне відновлення переважно кленів гостролистого та польового, частка яких становила відповідно 41 і 34 % від загальної кількості. Клені характеризувалися також рівномірним розміщенням на площі (трапляння 87 і 84 % відповідно).

Коефіцієнти варіації за висотою у 2- і 4-річних молодняках коливалися від 19 до 28 %, що свідчить про середню та підвищену мінливість досліджуваного показника.

На таких ділянках у місцях відсутності поновлення дуба необхідно створювати часткові культури за його участі. Крім того, під час проведення відповідних заходів до моменту переведення ділянок у вкриті лісовою рослинністю землі обов'язково необхідно забезпечити збереження насінневих екземплярів у поновленні головних порід (дуба звичайного та ясена звичайного), а також інших господарсько цінних порід (зокрема клена гостролистого і липи дрібнолистої).

Значна кількість другорядних порід може призвести до зміни головної породи, тому більше уваги слід приділяти збереженню попереднього (за його наявності) природного поновлення та регулюванню взаємовідносин між головними й другорядними породами на початковому етапі їхнього розвитку.

Виявлено, що успішність природного відновлення за шкалою УкрНДІЛГА (Pasternak 1990) на зрубках, утворених після проведення лісовідновних рубок смугово-поступовим способом в ослаблених порослевих дубових деревостанах, до часу переведення ділянок у вкриті лісовою рослинністю землі після років середнього, доброго та дуже доброго врожаїв відповідала категорії «добре». На зрубі після року низького врожаю, де додатково було проведено підсівання жолудів у місцях відсутності сходів дуба, успішність природного відновлення відповідала категорії «задовільне», а на зрубі після року дуже низького й низького врожаю без підсівання жолудів – «недостатне».

Висновки. Успішність природного відновлення дубових лісів значною мірою залежить від інтенсивності та періодичності плодоношення дуба, а також від попереднього здійснення певних лісогосподарських заходів. Ці обставини необхідно враховувати, вирішуючи проблему природного насінневого відновлення дубових насаджень регіону.

Орієнтуючися на природне насіннєве відновлення дубових насаджень на ділянках, відведених під лісовідновні рубки смугово-поступовим способом, у роки середнього, доброго та дуже доброго врожаю (бал плодоношення дуба – 3 і вище) до опадання жолудів необхідно провести відповідні заходи сприяння природному відновленню (розпушування поверхні ґрунту дисковими боронами, відбір дерев-насічників (до 10 шт на 1 гектарі) для подальшого їхнього залишення на зрубках, видалення підліску, певної частини другорядних порід, а також сухостійних та окремих дерев дуба, що мають ознаки ослаблення й характеризуються незадовільним плодоношенням). У роки низьких урожаїв жолудів (бал плодоношення дуба – 2) ефективним заходом сприяння природному відновленню дубових лісів є також підсівання жолудів наступного року в місцях відсутності сходів дуба. У роки дуже низьких урожаїв (бал плодоношення дуба – 1) відновлення дубових лісів доцільно проводити комбінованим способом – поєднанням природного і штучного способів.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Bobiec, A., Jaszcz, E., Wojtunik, K. 2011. Oak (*Quercus robur* L.) regeneration as a response to natural dynamics of stands in European hemiboreal zone. *European Journal of Forest Research*, 130: 785–797. <https://doi.org/10.1007/s10342-010-0471-3>

Březina, I. and Dobrovolný, L. 2011. Natural regeneration of sessile oak under different light conditions. *Journal of Forest Science*, 57(8): 359–368. <https://doi.org/10.17221/12/2011-JFS>

Burczyk, J., Adams, W. T., Birkes, D. S., Chybicki, I. J. 2006. Using genetic markers to directly estimate gene flow and reproductive success parameters in plants on the basis of naturally regenerated seedlings. *Genetics*, 173: 363–372. <https://doi.org/10.1534/genetics.105.046805>

- Chygrynets, V. P., Rumyantsev, M. G., Solodovnik, V. A., Buksha, M. I. 2016. Features of forming and regeneration for oak stands in a fresh maple-lime oak forest in the Left-Bank Forest Steppe. Scientific Bulletin of UNFU, 26(5): 177–182. <https://doi.org/10.15421/40260527>
- Didenko, M. M. 2008. Natural regeneration of *Quercus robur* L. under crowns of shelterwood. Forestry and Forest Melioration, 113: 186–190 (in Ukrainian).
- Dobrovolný, L., Martiník, A., Drvodelić, D., Oršanić, M. 2017. Structure, yield and acorn production of oak (*Quercus robur* L.) dominated floodplain forests in the Czech Republic and Croatia. South-East European Forestry, 8(2): 127–136. <https://doi.org/10.15177/see-for.17-18>
- Dobrowolska, D. 2006. Oak natural regeneration and conversion processes in mixed Scots pine stands. Forestry, 79(5): 503–515. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpl034>
- Govedar, Z., Kanjevac, B., Babic, V., Martac, N., Racic, M., Velkovski, N. 2021. Competition between sessile oak seedlings and competing vegetation under a shelterwood. Agriculture and Forestry, 67(4): 61–70. <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.67.4.06>
- Kanjevac, B., Krstic, M., Babic, V., Govedar, Z. 2021. Regeneration dynamics and development of seedlings in sessile oak forests in relation to the light availability and competing vegetation. Forests, 12(4): 1–15. <https://doi.org/10.3390/f12040384>
- Kohler, M., Pyttel, P., Kuehne, C., Modrow, T., Bauhus, J. 2020. On the knowns and unknowns of natural regeneration of silviculturally managed sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) forests – a literature review. Annals of Forest Science, 77: 1–19. <https://doi.org/10.1007/s13595-020-00998-2>
- Krstic, M., Kanjevac, B., Babic, V. 2018. Effects of extremely high temperatures on some growth parameters of sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) seedlings in northeastern Serbia. Archives of Biological Sciences, 70(3): 521–529. <https://doi.org/10.2298/ABS171215013K>
- Krynytskyi, H. T., Chernyavskiy, M. V., Krynytska, O. H., Dejneka, A. M., Kolisnyk, B. I., Tselen, Y. P. 2017. Close-to nature forestry as the basis for sustainable forest management in Ukraine. Scientific Bulletin of UNFU, 27(8): 26–31. <https://doi.org/10.15421/40270803>
- Krynytskyi, H. T., Kramarets, V. O., Kopyi, S. L. 2006. The oak bear fruits peculiarity in old plantation of Western Ukraine. Forestry, Paper and Woodworking Industries, 32: 333–338 (in Ukrainian).
- Ligot, G., Balandier, P., Fayolle, A., Lejeune, P., Claessens, H. 2013. Height competition between *Quercus petraea* and *Fagus sylvatica* natural regeneration in mixed and uneven-aged stands. Forest Ecology and Management, 304: 391–398. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.05.050>
- Löf, M. 2000. Establishment and growth in seedlings of *Fagus sylvatica* and *Quercus robur*: Influence of interference from herbaceous vegetation. Canadian Journal of Forest Research 30(6): 855–864. <https://doi.org/10.1139/x99-257>
- Lukyanets, V., Rumyantsev, M., Kobets, O., Tarnopilska, O., Musienko, S., Obolonyk, I., Bondarenko, V., 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):119–132. <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.68.3.10>
- Lukyanets, V. A., Rumyantsev, M. H., Musienko, S. I., Tarnopilska, O. M., Kobets, O. V., Bondarenko, V. V., Yushchik, 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): 7–13. <https://doi.org/10.36930/40330101>
- Majboroda, V. A. 2010. Condition of oak forest stands in wood fund of Ukraine and prospect of their reproduction. Scientific Bulletin of UNFU, 20(12): 28–32 (in Ukrainian).
- Mamaev, S. A. 1972. Forms of intraspecific variability of tree species. Moscow, Nauka, 283 p. (in Russian).
- Martiník, A., Dobrovolný, L., Palátová, E. 2014. Tree growing space and acorn production of *Quercus robur*. Dendrobiology, 71: 101–108. <http://dx.doi.org/10.12657/denbio.071.010>
- Meshkova, V. L. and Didenko, M. M. 2017. Age structure and survival of natural oak stands in the Left-bank Forest-Steppe. The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series: Soil science, agricultural chemistry, agriculture, forestry, and soil ecology, 1: 155–164 (in Ukrainian).
- Pasternak, P. S. (Ed.). 1990. Reference book of forester. Kyiv, Urozhay, 296 p. (in Russian).
- Rumyantsev, M. H., Danylenko, O. M., Tarnopilskyi, P. B., Yushchik, V. S., Mostepaniuk, A. A. 2022a. 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): 13–19. <https://doi.org/10.36930/40320102>
- Rumyantsev, M. H., Kobets, O. V., Luk'yanets, V. A., Mostepanyuk, A. A. 2022b. Oak stands in the Kharkiv Forest Research Station and features of their natural regeneration. Forestry and Forest Melioration, 141: 33–44. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.141.2022.33>
- Rumyantsev, M., Luk'yanets, V., Musienko, S., Mostepanyuk, A., Obolonyk, I. 2018. Main problems in natural seed regeneration of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) stands in Ukraine. Forestry Studies, 69(1): 7–23. <https://doi.org/10.2478/fsmu-2018-0008>
- 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: 79–84 (in Ukrainian).

Tkach, V., Bondar, O., Rumiantsev, M. 2020. Pedunculate oak stands in the catchments of the river Vorskla's tributaries. *Folia Oecologica*, 47(1): 70–80. <https://doi.org/10.2478/foecol-2020-0009>

Tkach, V. P., Rumiantsev, M. H., Luk'yanets, V. A., Kobets, O. V. 2022. Condition of young natural oak stands formed after regeneration felling of vegetative oak stands in the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Forestry and Forest Melioration*, 140: 20–27. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.140.2022.12>

Tkach, V., Rumiantsev, M., Kobets, O., Luk'yanets, V., Musienko, S. 2019. Ukrainian plain oak forests and their natural regeneration. *Forestry Studies*, 71: 17–29. <https://doi.org/10.2478/fsmu-2019-0010>

Watson, G. 1969. Scientific method in analysis of sediments. *Technometrics*, 11(2): 406. <https://doi.org/10.1080/00401706.1969.10490701>

Tkach V. P., Rumiantsev M. H., Luk'yanets V. A.

NATURAL REGENERATION OF OAK STANDS IN THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE AFTER REGENERATION FELLING

Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

We recorded the number of acorns and saplings of the English oak (*Quercus robur* L.) developed on clear-cuts after the strip-gradual regeneration felling in combination with natural regeneration-promoting activities, in years with various oak fructification intensities. The article also presents the results of accounting for the number of seedlings (in particular, oak) and its mensuration characteristics. According to the scale developed in URIFFM, the natural regeneration success, in the clear-cuts after the strip-gradual regeneration felling in weakened coppice oak stands after years of medium, good, and very good acorn harvest was assessed as “good”. The natural regeneration success was assessed as “satisfactory” in clear-cuts with additional acorn sowing in places without oak saplings. In the clear-cut area after a year of very low and low oak harvests without additional acorn sowing the natural regeneration success was assessed as “insufficient”. Measures to ensure the successful seed natural regeneration of oak forests are proposed.

Key words: English oak (*Quercus robur* L.), acorns, fruiting score, seedlings, strip-gradual regeneration felling.

E-mail: tkach@uriffm.org.ua; maxrum-89@ukr.net; lukyanetc@uriffm.org.ua

Одержано редколегією 03.11.2023



**ХІД РОСТУ ШТУЧНИХ МОДАЛЬНИХ СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ
ПРИДОНЕЦЬКОГО СТЕПУ ТА ВИКОРИСТАННЯ НИМИ
ЛІСОРОСЛИННОГО ПОТЕНЦІАЛУ**

¹Державне підприємство «Лиманське лісове господарство»

²Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Проаналізовано лісівничо-таксаційні показники соснових деревостанів базових лісогосподарських підприємств Придонецького Степу. Наведено математичні моделі та складено таблиці ходу росту модальних штучних соснових деревостанів Придонецького Степу в умовах свіжого бору. Як основу для визначення динаміки висоти та запаса використано функцію Мітчелліха, яка має широке застосування для моделювання процесів росту лісових насаджень. Ріст за висотою не виходить за межі одного класу бонітету загальнобонітетної шкали, хоча в молодшому віці соснові деревостани мають тенденцію до уповільненого росту. Виявлено, що кількісна стиглість модальних соснових деревостанів штучного походження II класу бонітету настає у віці 60 років. Визначено показник використання лісорослинного потенціалу лісових земель, який для модальних насаджень корінних соснових деревостанів в умовах Степу змінюється в межах 41–88 %. Найменшим він є у молодняків, а найвищим – у середньовікових деревостанів.

К л ю ч о в і с л о в а : лісівничо-таксаційні показники, *Pinus sylvestris* L., математичні моделі, таблиці ходу росту, продуктивність деревостанів.

Вступ. У сучасних умовах особливої актуальності набувають питання розроблення нормативно-інформаційних матеріалів для оцінювання й прогнозування росту модальних деревостанів із урахуванням зональних особливостей. В антропогенно трансформованому Степу визначальними є екологічна та захисно-меліоративна ролі лісу. Наявність лісотаксаційних нормативів, які враховують умови формування лісових насаджень, дасть змогу визначати ступінь виконання останніми екосистемних функцій, об'єктивніше оцінювати ріст деревостанів і контролювати ефективність лісогосподарських заходів (Lakyda et al. 2012, Lovynska 2021). Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) є одним із найбільш стійких і довговічних деревних видів у степових умовах.

Регіон досліджень розташований у межах Деркульського та Східно-степового секторів Донецького району лісотипологічної області сухого порівняно теплого клімату (1e) (Ostapenko & Tkach 2002). За лісогосподарським районуванням регіон досліджень переважно належить до Донецько-Донського Північно-степового округу (Gensiruk 2002).

Закономірностям формування соснових деревостанів у північному Степу присвячено низку досліджень (Tarnopilska 2012, Lovynska 2021, Lovynska et al. 2021, Rumiantsev et al. 2021). Зокрема, розроблено нормативи біопродуктивності соснових деревостанів Придніпровського Північного Степу (Lovynska 2021). За результатами досліджень науковців УкрНДЛЛГА виявлено, що використання лісорослинного потенціалу (ВЛП) сосновими деревостанами Донецько-Донського північно-степового (байрачно-степового) округу становить у середньому 76 % у А₂–С та 78 % у В₂–дС (Tkach et al. 2018). Соснові деревостани Придонецького Степу характеризуються певними особливостями росту, що потребує проведення детальних досліджень (Pasternak & Yarotsky 2009, Pasternak et al. 2021).

Мета дослідження – виявлення особливостей динаміки лісівничо-таксаційних показників і продуктивності штучних модальних соснових деревостанів Придонецького Степу України.

Матеріали й методи. Для побудови таблиць ходу росту використано інформацію з повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроект» для державних підприємств (ДП) «Ізюмське лісове господарство», «Лиманське лісове господарство» та «Кремінське лісомисливське господарство» станом на 01.01.2021 (дані стосовно понад 16 тис. таксаційних виділів, де сосна звичайна є головною породою), дані таксації 26 пробних площ, закладених у соснових насадженнях лісового фонду зазначених підприємств, та обліків на чотирьох ділянках моніторингу. Крім того, використано дані п'яти пробних площ, закладених під час

проведення лісовпорядкування в ДП «Лиманське лісове господарство» Донецької області з рубкою та обмірюванням 15 модельних дерев. Ділянки розташовані переважно в умовах свіжого бору й субору, а також сухого бору та свіжого сугруду (табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл дослідних ділянок за ТЛУ та класами бонітету

Table 1

Distribution of sample plots by types of forests site conditions and site classes

Клас бонітету Site class	ТЛУ Types of forests site conditions				Разом Total
	A ₁	A ₂	B ₂	C ₂	
Ia	–	1	4	2	7
I	–	4	6	–	10
II	1	11	2	–	14
III	2	2	–	–	4
Разом Total	3	18	12	2	35

Закладання пробних площ і визначення таксаційних показників здійснювали за загальноприйнятими у лісовій таксації методиками (Forest inventory sample plots 2006, Нром 2010). Запас на пробних площах визначали подеревно за модельними деревами (на п'яти пробних площах) та за формулами об'ємів стовбурів (Myronuk et al. 2020).

Кількісне оцінювання ефективності використання лісорослинного потенціалу лісових земель модальними деревостанами виконано із застосуванням показників продуктивності корінних насаджень (Ostapenko & Tkach 2002, Turkevich et al. 1973). Вік кількісної стиглості визначали за максимумом середньої зміни запасу.

Для визначення наявності та ступеня тісноти зв'язків між таксаційними показниками, моделювання регресійних залежностей між ними застосовано методи біометрії, зокрема кореляційний і регресійний аналізи (Goroshko et al. 2004).

Результати та обговорення. У лісовому фонді базових підприємств Придонецького Степу переважають соснові насадження, частка площі яких становить 58 % від вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок. У базових підприємствах регіону найтипівішими є середньоповнотні соснові деревостани з відносною повнотою 0,7–0,8. За продуктивністю переважають деревостани II класу бонітету (43 %), дещо меншою є частка деревостанів I класу бонітету (32 %), а деревостани III класу бонітету займають майже 16 % площі. Переважними типами лісу є свіжий сосновий бір (A₂-C – 37 %), свіжий дубово-сосновий суббір (B₂-дС – 34 %), а також сухий сосновий бір (A₁-C – 14 %).

Для розроблення математичних моделей росту й продуктивності модальних деревостанів важливим є аналіз кореляційних зв'язків між їхніми таксаційними показниками. Напрямок і тісноту зв'язків між таксаційними параметрами виявляли за коефіцієнтами кореляції (табл. 2), які допомагають підібрати аргументи для розроблення регресійних моделей (Goroshko et al. 2004). Водночас слід враховувати, що коефіцієнти кореляції відображають лінійний зв'язок, а зв'язки між таксаційними показниками найчастіше є нелінійними.

Розрахунки підтвердили наявність тісного зв'язку між собою таких показників, як вік A , середній діаметр D і середня висота H . Відповідні коефіцієнти кореляції мають значення від 0,66 до 0,89. Кореляційний зв'язок запасу M із середньою висотою, діаметром і відносною повнотою P становить 0,81, 0,68 та 0,51 відповідно.

Основою для побудови таблиць ходу росту є середня висота деревостану в базовому віці. За базовий вік модальних соснових деревостанів Придонецького Степу взято 80 років, оскільки у цьому віці вони характеризуються максимальними запасами. Побудову таблиць ходу росту розпочинали з апроксимації середніх висот за допомогою функції Мітчерліха, яка має широке застосування у моделюванні процесів росту (Lakyda et al. 2018, Lovynska 2021).

Таблиця 2

Кореляційна матриця таксаційних показників соснових деревостанів

Table 2

Correlation matrix of mensuration indicators of pine forest stands

Лісівничо-таксаційні показники Stand mensuration indicators	<i>A</i> , років <i>A</i> , years	<i>H</i> , м <i>H</i> , m	<i>D</i> , см <i>D</i> , cm	<i>P</i>	<i>M</i> , м ³ ·га ⁻¹ <i>M</i> , m ³ ·ha ⁻¹
<i>A</i> , років <i>A</i> , years	1,00	0,73	0,66	-0,03	0,51
<i>H</i> , м <i>H</i> , m	0,73	1,00	0,89	0,09	0,81
<i>D</i> , см <i>D</i> , cm	0,66	0,89	1,00	0,06	0,68
<i>P</i>	-0,03	0,09	0,06	1,00	0,54
<i>M</i> , м ³ ·га ⁻¹ <i>M</i> , m ³ ·ha ⁻¹	0,51	0,81	0,68	0,54	1,00

Перехід від відносних до абсолютних значень модельованих таксаційних показників здійснювали на основі базових значень висоти модифікованої шкали М. М. Орлова для насінневих деревостанів у віці 80 років (Vilous et al. 2021). Динаміку середньої висоти соснових насаджень свіжого бору (*A*₂) описує функція (1):

$$H = 1,626 \cdot (1 - \exp(-0,0141 \cdot A))^{1,243} \cdot H_{80}^{\text{баз}}, \quad (1)$$

де $H_{80}^{\text{баз}}$ – висота у базовому віці, м.

На величину середнього діаметра найбільшою мірою впливають вік і висота деревостану, тому для моделювання середнього діаметра *D* (см) використано алометричну функцію (2):

$$D = 0,798 \cdot A^{0,392} \cdot H^{0,609} \quad (2)$$

Моделювання динаміки видових чисел проведено за допомогою видової висоти (*HF*) за результатами обміру модельних дерев. Залежність видових висот модальних соснових деревостанів *HF* (м) від середніх висоти та діаметра описує функція (3):

$$HF = 1,412 + 0,385 \cdot H + 0,725/D \quad (3)$$

Запас *M* (м³·га⁻¹) визначали за формулою (4):

$$M = 1545 \cdot (1 - \exp(-0,0302 \cdot H))^{1,718} \cdot P, \quad (4)$$

де *P* – відносна повнота.

Динаміку відносних повнот моделювали за допомогою полінома другого ступеня:

$$P = -0,000122 \cdot A^2 + 0,0132 \cdot A + 0,464. \quad (5)$$

Зазначені математичні вирази доволі точно характеризують хід росту штучних модальних соснових деревостанів Придонецького Степу. Коефіцієнти детермінації наведених рівнянь знаходяться в межах 0,82–0,95, що свідчить про високий рівень достовірності, тому рівняння 3–5 було використано для формування таблиць ходу росту, ескіз яких наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Хід росту штучних модальних соснових деревостанів Придонецького Степу (II клас бонітету, A₂)

Table 3

The course of growth of artificial modal pine stands (II site class, A₂)

A, років A, years	H, м H, m	D, см D, cm	F	G, м ² ·га ⁻¹ G, m ² ·ha ⁻¹	M, м ³ ·га ⁻¹ M, m ³ ·ha ⁻¹	Зміна запасу, м ³ ·га ⁻¹ Stock change, m ³ ·ha ⁻¹	
						середня mean	поточна annual
10	2,9	3,8	0,936	4,7	13	1,3	–
20	6,3	7,9	0,622	13,2	52	2,6	4,5
30	9,7	12,0	0,537	21,1	111	3,6	6,0
40	12,7	16,0	0,499	27,2	174	4,3	6,4
50	15,5	19,7	0,478	31,5	235	4,7	5,9
60	18,1	23,1	0,465	33,9	288	4,7	4,7
70	20,3	26,4	0,456	34,5	322	4,6	3,0
80	22,3	29,5	0,449	33,5	338	4,2	1,1
90	24,1	32,3	0,445	30,8	333	3,7	-1,1

Ріст за висотою модальних соснових деревостанів штучного походження відбувається в межах одного класу бонітету загальнобонітетної шкали, хоча у молодшому віці вони мають тенденцію до уповільненого росту (рис. 1).

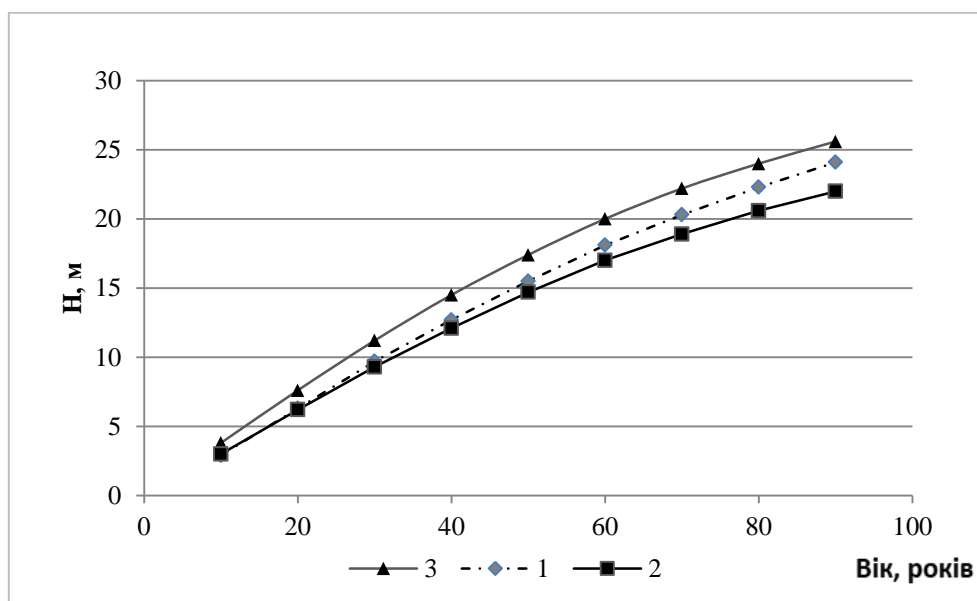


Рис. 1 – Хід росту штучних соснових деревостанів Придонецького Степу за висотою (II клас бонітету, A₂): 1 – динаміка висот модальних деревостанів; 2, 3 – межі II класу бонітету

Fig. 1 – The course of growth by height of artificial pine stands in Prydonetsky Steppe (II site class, fresh poor forest site condition): 1 – height dynamics of modal stands; 2, 3 – height limits of the II site class)

Зважаючи на клас бонітету та показник використання лісорослинного потенціалу, модальні соснові деревостани є доволі продуктивними з огляду на несприятливі кліматичні умови Степу. Вік кількісної стиглості за максимумом середньої зміни запасу становить 60 років. Деревостани Придонецького Степу характеризуються дещо інтенсивнішим ростом за висотою у віці 20–30 років з подальшим його уповільненням, меншими діаметрами, але більшою повнотою та, відповідно, більшим запасом, порівнюючи з модальними деревостанами Придніпровського Північного Степу за В. М. Ловинською (2021) (табл. 4).

Таблиця 4

Зіставлення динаміки основних показників штучних соснових деревостанів Придонецького Степу та Придніпровського Північного Степу II класу бонітету

Table 4

Comparison of the dynamics of the main indicators of artificial pine stands of the Prydonetskiy Steppe and the Prydneprovskiy Northern Steppe of the II site class

A, років A, years	Дані авторів Our data			За В.М. Ловинською (2021) According to V.M. Lovynska (2021)		
	H, м H, m	D, см D, cm	M, м ³ ·га ⁻¹ M, m ³ ·ha ⁻¹	H, м H, m	D, см D, cm	M, м ³ ·га ⁻¹ M, m ³ ·ha ⁻¹
20	6,3	7,9	52	5,4	7,2	41
30	9,7	12,0	111	9,4	11,8	109
40	12,7	16,0	174	13,1	16,2	176
50	15,5	19,7	235	16,2	20,3	228
60	18,1	23,1	288	18,7	24,0	265
70	20,3	26,4	322	20,7	27,3	291
80	22,3	29,5	338	22,3	30,2	308

Модальні соснові середньовікові та пристиглі деревостани у свіжому бору в умовах Степу характеризуються порівняно високим показником ВЛП, порівнюючи з потенційною продуктивністю корінних деревостанів за І.В. Туркевичем, – 78–88 % (рис. 2).

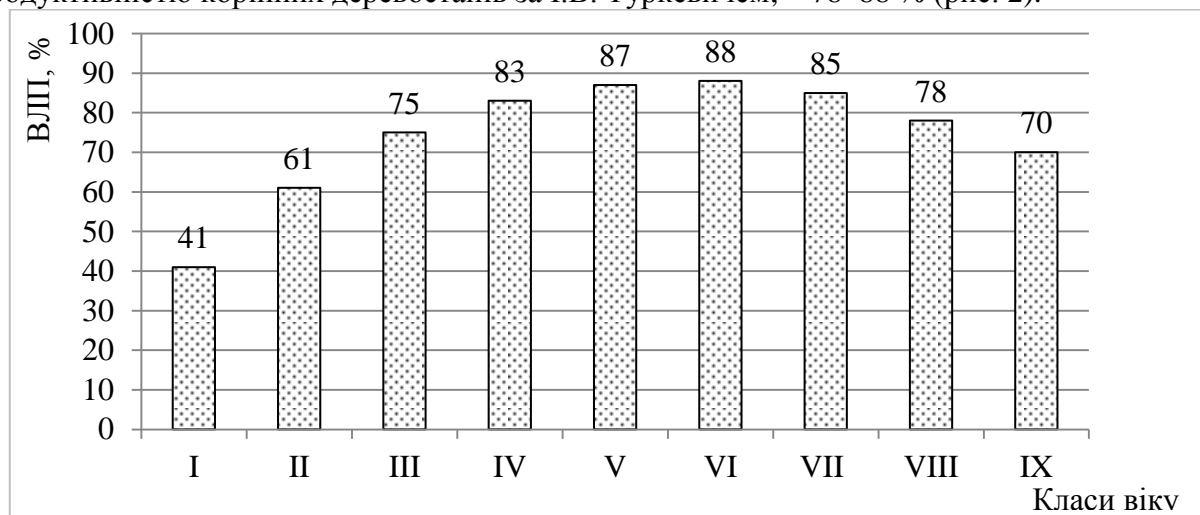


Рис. 2 – Показники ВЛП штучними модальними сосновими деревостанами свіжого соснового бору
Fig. 2 – The use of the forest site capacity by artificial modal pine stands in fresh pure site condition

Найнижчим показником ВЛП характеризуються деревостани першого та другого класів віку (41–61 %). У середньому в умовах Придонецького Степу соснові деревостани свіжого бору (A₂) використовують лісорослинний потенціал лісових земель на 74 %, що є дещо меншим, порівнюючи з даними науковців УкрНДЦЛГА (Тkach et al. 2018).

Висновки. Досліджувані модальні сосняки Придонецького Степу в умовах свіжого соснового бору ростуть переважно за II класом бонітету та відзначаються доволі високою продуктивністю, враховуючи несприятливі лісорослинні умови. Про це свідчить їхній запас, який у 90-річному віці становить близько 330 м³·га⁻¹, та порівняно високий показник використання лісорослинного потенціалу земель – у середньому 74 %. Кількісна стиглість штучних соснових деревостанів Придонецького Степу настає у віці 60 років.

Розроблені регіональні таблиці ходу росту об'єктивно характеризують динаміку, враховують регіональні особливості росту й формування модальних соснових деревостанів Придонецького Степу та можуть бути основою для розв'язання наукових і виробничих лісівничих завдань.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Bilous, A. M., Kashpor, S. M., Myroniuk, V. V., Svinchuk, V. A., Lesnik, O. M.* 2021. Forest inventory handbook. Kyiv, Vinichenko Publishing House, 420 p. ISBN 978-966-981-403-6 (in Ukrainian).
- Forest inventory sample plots. Establishing method. Corporate standard 02.02-37-476:2006. 2007. Valid from May 1, 2007. Kyiv, Ministry for Agrarian Policy of Ukraine, 32 p. (in Ukrainian).
- Gensiruk, S. A.* 2002. Forests of Ukraine. Lviv, Shevchenko Scientific Society Publishing House, 496 p. (in Ukrainian).
- Goroshko, M. P., Myklush, S. I., Khomiuk, P. H.* 2004. Biometry: Tutorial. Lviv, Kamula, 236 p. (in Ukrainian).
- Hrom, M. M.* 2010. Forest mensuration. Lviv, RVV NLTU, 416 p. (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I., Bala, O. P., Matushevych, L. M., Lakyda, I. P., Ivanuk, I. D.* 2018. Forestry and ecological potential of the oak forests of Polissia of Ukraine. Kyiv, Kyiv, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 207 p. (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I., Terentiev, A. U., Vasylyshyn, R. D.* 2012. Artificial pine stands of Polyssia of Ukraine – forecast of growth and productivity. Korsun-Shevchenkivskiyi, Maydachenko I. S., 173 p. (in Ukrainian).
- Lovynska, V. M.* 2021. Biotic productivity of Scots pine plantation within ravine steppe of Ukraine. Doctoral thesis. Kyiv, 448 p. (in Ukrainian).
- Lovynska, V., Terentiev, A., Lakyda, P., Sytnyk, S., Bala, O., Gritzan, Yu.* 2021. Comparison of Scots pine growth dynamic within Polissya and Northern Steppe zone of Ukraine. Journal of Forest Science, 67: 533–543. <https://doi.org/10.17221/93/2021-JFS>
- Myronuk, V. V., Bilous, A. M., Bidolah, D. I.* 2020. Scientific and methodological recommendations for the inventory of forest resources of Ukraine. Kyiv, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 48 p. (in Ukrainian).
- Ostapenko, B. F. and Tkach, V. P.* 2002. Forest typology. Kharkiv, KhDAU, 204 p. (in Ukrainian).
- Pasternak, V. P., Prihodko, O. B., Girs, O. A.* 2021. Structure of pine stands in the Pridonetsk Steppe of Ukraine. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 21: 68–76 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/412133>
- Pasternak, V. P. and Yarotsky, V. Yu.* 2009. Typological structure and forest bioproductivity in the State forest-hunting Enterprise “Kremiske”. Forestry and Forest Melioration, 116: 130–135 (in Ukrainian).
- Rumiantsev, M. H., Borysenko, O. I., Yushchik, V. S.* 2021. Pine stands of the steppe part of Kharkiv region: condition and productivity. In: International Scientific Innovations in Human Life. Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference. Manchester, United Kingdom, p. 10–17 (in Ukrainian).
- Tarnopilska, O. M.* 2012. Features of growth and formation of artificial pine plantations of the Left Bank Steppe and Forest-Steppe. Extended abstract of PhD thesis. Kharkiv, 20 p. (in Ukrainian).
- Tkach, V. P., Kobets, O. V., Rumiantsev, M. H.* 2018. Use of forest site capacity by forests of Ukraine. Forestry and Forest Melioration, 132: 3–12 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.132.2018.3>
- Turkevich, I. V., Medvedev, L. A., Mokshanina, I. M., Lebedev, E. V.* 1973. Methodological guidelines for determining the potential productivity of forest lands and the degree of their effective use. Kharkiv, URIFFM, 72 p. (in Russian).

Prihodko O. B.¹, Pasternak V. P.²

GROWTH DYNAMICS OF ARTIFICIAL MODAL PINE FOREST STANDS IN PRYDONETSKYI STEPPE AND USE OF FOREST SITE CAPACITY

¹ Lyman Forest State Enterprise

² Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

Stand mensuration characteristics of pine stands in basic forest enterprises in Prydonetsky Steppe were analysed. Mathematical models of growth were given and growth tables of artificial modal pine stands in fresh poor forest site condition at the Prydonetskyi Steppe were compiled. The Mitscherlich function was used as a basis for establishing the dynamics of height and growing stock, which is widely used for modelling the growth processes in forest stands. Growth in height does not go beyond one site class of the general site rating scale, although at a younger age pine stands tend to slow growth. It has been found that the quantitative maturity of artificial modal pine stands of the II site class occurs at the age of 60 years. The value of the use of forest site capacity of forest lands was determined. For modal indigenous pine stands in the Steppe conditions the value varied between 41–88%. It was the smallest in young forest stands, and the highest in middle-aged ones.

Key words: stand mensuration characteristics, *Pinus sylvestris* L., mathematical models, growth tables, forest stand productivity.

E-mail: prihodkoab@gmail.com; pasternak65@ukr.net

Одержано редколегією 27.06.2023



**МОЖЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ РІЗНОВІКОВИХ НАСАДЖЕНЬ
У ЛІСОВОМУ ФОНДІ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Викладено теоретичні й практичні підходи з виявлення можливостей для формування різновікових насаджень у підпорядкованому Держлісагентству лісовому фонді передгірної та гірської частин Закарпатської області. Визначено особливості утворення різновікових деревостанів із акцентуванням, передусім, на спроможності переважаючих у їхньому складі типоутворювальних порід забезпечувати різновіковість як таку. Підтверджено, що для формування різновікових насаджень у регіоні найбільш придатними є бук лісовий (*Fagus sylvatica* L.), ялина європейська (*Picea abies* (L.) Karst) та ялиця біла (*Abies alba* Mill.). Виявлено, що в лісостанах із цих порід ознаки різновіковості дерев починають виявлятися лише з настанням природної стиглості деревостанів, тобто в перестійних насадженнях. З огляду на це, зі встановленої площі перестійних насаджень, розподілених за типоутворювальними породами, режимом лісокористування і належністю до відповідних категорій лісів, визначено частку площі деревостанів із бука, ялини та ялиці – порід, які біологічно спроможні утворювати різновікові насадження. Такі перестійні деревостани з бука, ялини та ялиці займають 40 519,8 га вкритих лісовою рослинністю земель аналізованого лісового фонду й відповідають ключовим ознакам різновікових насаджень.

Ключові слова: одновікові деревостани, умовно-одновікові деревостани, різновікові деревостани, перестійні деревостани.

Вступ. Господарювання в лісовому фонді не лише Закарпатської області, але й Карпатського регіону загалом зумовлене взаємопов'язаною дією двох стратегічних підходів до ведення лісового господарства. Перший спрямований на вирощування одновікових та умовно-одновікових деревостанів, а другий передбачає вирощування різновікових насаджень, які спроможні краще виконувати природоохоронні функції та сприяти цим збереженню й нарощуванню екологічного потенціалу лісів (Kichura & Kichura 2022). Тому, виходячи із засадничих вимог сталого розвитку та невідкладної потреби їхнього запровадження в лісогосподарське виробництво, перед лісівниками постає завдання збалансованого застосування цих підходів під час вирощування деревостанів.

Досліджувані підпорядковані Держлісагентству ліси Закарпатської області розміщені переважно в гірській місцевості. У цих лісах, за аналогією з гірськими лісами інших територій, зважаючи на постійний, зокрема негативний, вплив на них факторів гірського середовища, необхідно під час ведення лісового господарства брати до уваги природоохоронні аспекти. Найкраще цьому сприятиме вирощування різновікових насаджень, які через свою основну властивість постійно й безперервно функціонувати в просторі та часі є оптимальними для гірських умов (Kichura & Kichura 2004). Водночас не всі лісові насадження, що є характерними для гірських ландшафтів, можуть бути представлені різновіковими деревостанами. Не кожна типоутворювальна порода, відповідно до своїх біологічних особливостей, може формувати різновіковий деревостан. Найбільш придатними для такого формування в Карпатах вважають бук лісовий (*Fagus sylvatica* L.), ялину європейську (*Picea abies* (L.) Karst) та ялицю білу (*Abies alba* Mill.) (Tsurik 1981, Tsurik 2001, Polyakova 2003, Shparyk & Losyuk 2009, Kahaniak & Goroshko 2017). Ці породи займають різні площі в лісовому фонді. Деколи вони спроможні формувати різновікові деревостани, але представлені на малій площі. Зокрема, ялиця біла займає лише 1,7 % лісового фонду Закарпатської області (State forest cadastre 2021).

На поширення різновікових насаджень у лісовому фонді певною мірою впливає, корінні чи похідні деревостани ростуть у місцях, де типологічно обґрунтованою є певна типоутворювальна порода. Під час переформування одновікових чи умовно-одновікових деревостанів у різновікові слід віддавати перевагу корінним деревостанам. Важливо також враховувати, що процеси переформування одновікових деревостанів у різновікові

розпочинаються лише після досягнення ними віку природної стиглості й переходу до групи перестійних насаджень. До настання цього періоду одновікові деревостани інтенсивно формуються й належно утримуються впродовж усього лісогосподарського циклу їхнього становлення (Pogrebnyak 1968, Kichura & Kichura 2022).

Науковий і практичний інтерес викликає сама поява в лісовому фонді перестійних деревостанів. Цей інтерес підсилюється ще й тим, що наявність перестійних насаджень у лісах, які можливі для експлуатації, не узгоджується з основним завданням інтенсивного ведення лісового господарства. Це завдання полягає в поліпшенні складу лісових насаджень, підвищенні їхньої продуктивності та зменшенні тривалості лісовирощування (Girs et al. 2013). Тому, з огляду на реалізацію цього завдання, наявність перестійних деревостанів у лісах експлуатаційного призначення не передбачена в принципі. У категоріях охоронюваних лісів (природоохоронні, рекреаційно-оздоровчі, захисні) через часткову й подекуди повну заборону рубок головного користування наявність перестійних деревостанів можлива й у певному сенсі потрібна для формування наближених до природних угруповань лісової рослинності, які можуть постійно й безперервно функціонувати на займаній території лісового фонду, виконуючи роль фактора впливу на стабілізацію довкілля. Вони також можуть слугувати своєрідними еталонами екологічно спрямованого ведення лісового господарства. Такі, наближені до природних, угруповання лісової рослинності мають формуватися винятково на типологічній основі з використанням порід, які, згідно зі своїми біологічними особливостями, спроможні забезпечувати процеси переформування утворених із них одновікових деревостанів у різновікові. З практичного ж боку поява перестійних деревостанів, особливо в експлуатаційних лісах, пояснюється банальною недоступністю відповідних лісових ділянок через відсутність транспортної інфраструктури.

Метою дослідження було визначення в аналізованому лісовому фонді можливої площі формування різновікових насаджень, вивчення передумов їхньої появи та поширення, а також подальшого функціонування й раціонального використання відповідно до вимог сталого розвитку.

Матеріали й методи. Об'єктом дослідження були різновікові деревостани, локалізовані в перестійних насадженнях підпорядкованого Держлісагентству України лісового фонду Закарпатської області. Для їхнього дослідження, визначення передумов появи та окреслення загальних параметрів формування використано дані державного лісового кадастру та матеріалів лісовпорядкування (станом на 01.01.2011, 01.01.2021). За цими, у відповідний спосіб згрупованими, даними, використовуючи методи порівняння, аналізу та синтезу, ідентифікували різновікові насадження як за загальними ознаками загалом, так і з урахуванням різниці віку поколінь і представлених у них дерев, фіксували їхні морфолого-таксаційні показники та типологічну належність. Дотримувалися типологічних принципів П. С. Погребняка, Д. В. Воробйова, впроваджених під час класифікації типів лісу Українських Карпат З. Ю. Герушинським (Gerushinsky 1996).

Результати та обговорення. Пошук можливостей формування різновікових насаджень в аналізованому лісовому фонді реалізовували з урахуванням того, що деревостани в ньому належать до групи віку перестійних і за складом представлені корінними типоутворювальними породами, що здатні формувати різновікові деревостани. З огляду на це, детальним аналізом було охоплено всі перестійні насадження лісового фонду з диференціацією за спроможністю чи неспроможністю формування в них різновікових деревостанів, за типоутворювальними породами, за належністю до категорій лісів, а також за режимом користування (табл. 1–4).

Площа вкритих лісовою рослинністю земель підпорядкованого Держлісагентству лісового фонду Закарпатської області становить 544 354,5 га (табл. 1).

Наявність перестійних деревостанів у підпорядкованому Держлісагентству лісовому фонді Закарпатської області

Table 1

The presence of overmature stands in the Zakarpattia region forest fund subordinated to the State Forest Resources Agency of Ukraine

Породи Tree species	Площа вкритих лісовою рослинністю земель, га Forested area, ha		Загальний запас деревостанів, тис.м ³ Total stock of stands, thousand m ³	
	загалом total	зокрема перестійних деревостанів including overmature stands	загалом total	зокрема перестійних деревостанів including overmature stands
Усі породи лісового фонду All species of the forest fund	544 354,5	44 663,9	182 549,51	16 811,99
Породи, найбільш придатні для формування різновікових насаджень, з них: Species most suitable for the formation of uneven-aged stands, among them:	464 893,1	40 519,8	163 876,67	156 87,09
Бук лісовий European beech	340 729,7	30 495,5	119 383,08	11 406,21
Ялина європейська European spruce	114 728,9	9 150,1	41 085,06	3 807,09
Ялиця біла White fir	9 434,5	874,2	3 408,53	473,79
Породи, мало придатні для формування різновікових насаджень або неспроможні утворювати такі Species that are poorly suited for the formation of uneven-aged stands or unable to form them	79 461,4	4 144,1	18 672,84	1 124,90

На цій площі зосереджено 182 549,51 тис. м³ загального запасу з господарсько цінних порід. Із цього обсягу на перестійні деревостани припадає 44 663,9 га та 16 811,99 тис. м³, або 8,2 та 9,2 % відповідно. Із них 40 519,8 га із загальним запасом 15 687,09 тис. м³ займають насадження з переважанням у складі бука, ялини, ялиці – порід, що є найбільш придатними для формування різновікових деревостанів. Насадження, у складі яких переважають породи, малоприсади для формування різновікових деревостанів або неспроможні утворювати такі, ростуть на площі 4 144,1 га та мають загальний запас 1 124,90 тис. м³. Таким чином, від усіх виявлених перестійних лісів (44 663,9 га; 16 811,99 тис.м³) частка деревостанів, у складі яких переважають найбільш придатні для формування різновікових насаджень породи (бук, ялина, ялиця), становить 90,7 % за площею та 93,3 % за загальним запасом.

Перестійні деревостани з бука, ялини та ялиці (табл. 2, 3) належать як до категорії лісів з особливим режимом користування (26152,5 га; 9980,57 тис. м³), так і до категорії експлуатаційних лісів (14 367,3 га; 5 706,52 тис. м³). Як видно, в лісах з особливим режимом користування обсяги перестійних (різновікових) деревостанів майже вдвічі перевищують такі в експлуатаційних лісах. І це є позитивним, оскільки в лісах із особливим режимом користування різновікові деревостани мають безумовну перспективу подальшого функціонування.

Наявність перестійних деревостанів у лісах з особливим режимом користування

Table 2

The presence of overmature stands in forests with a special mode of use

Породи, режим експлуатації Species, mode of exploitation	Площа вкритих лісовою рослинністю земель, га Forested area, ha		Загальний запас деревостанів, тис.м ³ Total stock of stands, thousand m ³	
	загалом total	зокрема перестійних деревостанів including overmature stands	загалом total	зокрема перестійних деревостанів including overmature stands
Загалом лісів Total forests	294 651,0	29 344,2	100 965,23	10 896,65
Породи, найбільш придатні для формування різновікових насаджень, з них: Species most suitable for the formation of uneven-aged stands, among them:	246 554,9	26 152,5	89 340,47	9 980,57
Бук лісовий European beech	172 975,6	18 828,8	62 186,52	7 059,16
Ялина європейська European spruce	68 444,5	6 856,2	24 952,05	2 660,35
Ялиця біла White fir	5 134,8	467,5	2 201,90	261,06
Породи, мало придатні для формування різновікових насаджень або неспроможні утворювати такі Species that are poorly suited for the formation of uneven-aged stands or unable to form them	48 096,1	3 191,7	11 624,76	916,08
Ліси, можливі для експлуатації Forests possible for exploitation	46 232,8	1 078,0	13 492,84	372,33
Породи, найбільш придатні для формування різновікових насаджень, з них: Species most suitable for the formation of uneven-aged stands, among them:	36 015,6	902,0	9 578,93	327,93
Бук лісовий European beech	29 701,7	840,1	9 244,91	296,13
Ялина європейська European spruce	5 830,7	57,8	187,60	29,44
Ялиця біла White fir	483,2	4,1	146,42	2,360
Породи, мало придатні для формування різновікових насаджень або неспроможні утворювати такі Species that are poorly suited for the formation of uneven-aged stands or unable to form them	10 217,2	176,0	3 913,91	44,40

Наявність перестійних деревостанів в експлуатаційних лісах

Table 3

Presence of overmature stands in commercial forests

Породи, режим експлуатації Species, mode of exploitation	Площа вкритих лісовою рослинністю земель, га Forested area, ha		Загальний запас деревостанів, тис.м ³ Total stock of stands, thousand m ³	
	разом total	зокрема перестійних деревостанів including overmature stands	разом total	зокрема перестійних деревостанів including overmature stands
Загалом лісів Total forests	249 703,5	15 319,7	81 584,28	5 915,34
Породи, найбільш придатні для формування різновікових насаджень, з них: Species most suitable for the formation of uneven-aged stands, among them:	218 338,2	14 367,3	74 536,20	5 706,52
Бук лісовий European beech	167 754,1	11 666,7	57 196,56	4 347,05
Ялина європейська European spruce	46 284,4	2 293,9	16 133,01	1 146,74
Ялиця біла White fir	4 299,7	406,7	1 206,63	212,73
Породи, мало придатні для формування різновікових насаджень або неспроможні утворювати такі Species that are poorly suited for the formation of uneven-aged stands or unable to form them	31 365,3	952,4	7 048,08	208,82
Ліси, можливі для експлуатації Forests possible for exploitation	212 999,6	7 816,3	67 861,69	3 012,14
Породи, найбільш придатні для формування різновікових насаджень, з них: Species most suitable for the formation of uneven-aged stands, among them:	186 921,8	7 622,3	62 140,89	2 957,19
Бук лісовий European beech	140 726,9	5 631,0	46 582,93	1 960,27
Ялина європейська European spruce	42 622,2	1 843,4	14 662,02	920,19
Ялиця біла White fir	3 572,7	147,9	895,94	76,73
Породи, мало придатні для формування різновікових насаджень або неспроможні утворювати такі Species that are poorly suited for the formation of uneven aged stands or unable to form them	26 077,8	194,0	5 720,80	54,95

Наявність перестійних деревостанів у лісах, можливих для експлуатації, та в лісах, що виключені з експлуатації

Table 4

The presence of overmature stands in forests possible for exploitation and those excluded from commercial use

Породи, режим експлуатації Species, mode of exploitation	Площа вкритих лісовою рослинністю земель, га Forested area, ha		Загальний запас деревостанів, тис. м ³ Total stock of stands, thousand m ³	
	загалом total	зокрема перестійних деревостанів including overmature stands	загалом total	зокрема перестійних деревостанів including overmature stands
Ліси, можливі для експлуатації Forests possible for exploitation	259 232,4	8 894,3	81 354,53	3 384,47
Породи, найбільш придатні для формування різновікових насаджень, з них: Species most suitable for the formation of uneven-aged stands, among them:	222 937,4	8 524,3	73 407,92	3 285,12
Бук лісовий European beech	170 428,6	6 471,1	55 827,54	2 256,40
Ялина європейська European spruce	48 452,9	1 901,2	16 538,02	949,63
Ялиця біла White fir	4 055,9	152,0	1 042,36	79,09
Породи, мало придатні для формування різновікових насаджень або неспроможні утворювати такі Species that are poorly suited for the formation of uneven-aged stands or unable to form them	36 295,0	370,0	7 946,61	99,35
Ліси, виключені з експлуатації Forests excluded from exploitation	285 122,1	35 769,6	101 194,98	13 427,52
Породи, найбільш придатні для формування різновікових насаджень, з них: Species most suitable for the formation of uneven-aged stands, among them:	241 955,7	31 995,5	90 468,75	12 401,97
Бук лісовий European beech	170 301,1	24 024,4	63 555,54	9 149,81
Ялина європейська European spruce	66 276,0	7 248,9	24 547,04	2 857,46
Ялиця біла White fir	5 378,6	722,2	2 366,17	394,70
Породи, мало придатні для формування різновікових насаджень або неспроможні утворювати такі Species that are poorly suited for the formation of uneven-aged stands or unable to form them	43 166,4	3 774,1	10 726,23	1 025,55
Усього лісів Total forests	544 354,5	44 663,9	182 549,51	16 811,99

Ліси, можливі для експлуатації (табл. 4), мають майже втричі менше перестійних деревостанів (8 524,3 га; 3 285,12 тис. м³), ніж ліси, що виключені з експлуатації

(31 995,5 га; 12 401,97 тис. м³). Тому в останніх подальше функціонування різновікових деревостанів є перспективним. Водночас у лісах, можливих для експлуатації, за умови дотримання стратегії господарювання в них, постійна наявність і перспективи функціонування різновікових деревостанів є сумнівними. Вирішення проблеми може відбутись шляхом зміни режиму експлуатації або застосування вибіркової системи рубок.

У досліджуваних букових, ялинових та ялицевих деревостанах, зважаючи на досягнутий ними перестійний вік та біологічну здатність порід у їхньому складі створювати різновікові насадження, виявляються різні інтервали між віком окремих груп дерев – від найменшого, коли різниця віку дерев становить близько чотирьох класів віку, до найбільшого, коли за значного збільшення віку перестійних деревостанів розрізняють від двох до чотирьох поколінь. Теоретично такий перебіг формування різновіковості насаджень із урахуванням застосовуваних систем рубок і методів відновлення лісу припускав проф. П. С. Погребняк (Pogrebnyak 1968). Практичне ж підтвердження цьому явищу отримано за результатами вибіркового обстеження певних ділянок насаджень перестійного віку з бука, ялини та ялиці за таксаційними описами Річанського, Лисичівського, Ізківського, Волосянківського, Верхньоволовецького лісництв. Водночас стосовно Річанського та Ізківського лісництв з метою демонстрації формування різних діапазонів віку в перестійних деревостанах із бука, ялини та ялиці, наведено їхню деталізовану повидільну характеристику (табл. 5–7). Для можливості проведення всебічного аналізу щодо формування різновіковості в перестійних деревостанах залежно від впливу різних чинників у таблицях доступна інформація не тільки стосовно віку перестійних деревостанів або їхніх поколінь, але й зазначено категорії лісів і типи лісу.

Таблиця 5

Характеристика різновікових букових деревостанів Річанського лісництва

Table 5

Characteristics of uneven-aged beech stands in Richanske Forestry

Квартал/ виділ Compartment/ Subcompartment	Площа, га Area, ha	Склад деревостану Stand composition	Тип лісу Forest type	Різниця віку поколінь деревостану, років The difference in the age of generations of the forest stand, years
Категорія захисних лісів (протиерозійні) Category of protective forests (anti-erosion)				
7/3	23,0	8Бкл(220)2Бкл(140)+Яв	С ₃ -явБк	80
8/3	18,0	6Бкл(230)2Бкл(170)1Бкл(110)	С ₃ -явБк	120/60/60
8/5	10,2	8Бкл(230)2Бкл(130)+Яв	С ₃ -явБк	100
9/3	8,2	6Бкл(230)3Бкл(80)1Яв	С ₃ -явБк	150
9/6	12,0	4Бкл(230)3Бкл(110)3Бкл(80)	С ₃ -явБк	150/120/30
10/1	8,4	6Бкл(180)2Бкл(100)2Бкл(80)	С ₃ -явБк	100/80/20
10/2	11,4	6Бкл(230)3Бкл(80)1Яв	С ₃ -явБк	150
10/5	23,0	4Бкл(220)3Бкл(110)3Бкл(80)+Яв	С ₃ -явБк	140/110/30
11/1	30,9	4Бкл(240)3Бкл(130)3Бкл(100)+Яв	С ₃ -явБк	140/110/30
12/1	20,3	8Бкл(230)2Бкл(110)+Яв+Бп	С ₃ -явБк	120
13/2	4,0	7Бкл(230)3Бкл(100)+Яв	С ₃ -явБк	130
13/3	7,9	6Бкл(180)2Бкл(100)2Бкл(70)	С ₃ -явБк	110/80/30
13/10	9,0	7Бкл(190)3Бкл(80)+Яв	С ₃ -явБк	110
Разом Total	186,3	–	–	–

Закінчення табл. 5 / Continuation of Table 5

Квартал/ виділ Compartment/ Subcompartment	Площа, га Area, ha	Склад деревостану Stand composition	Тип лісу Forest type	Різниця віку поколінь деревостану, років The difference in the age of generations of the forest stand, years
Категорія експлуатаційних лісів Category of commercial forests				
10/6	38,7	4Бкл(170)3Бкл(100)3Бкл(80)+Яв+Яз+Взш	D ₃ -Бк	90/70/20
10/7	33,0	4Бкл(170)3Бкл(100)3Бкл(70)+Яв+Яз	D ₃ -Бк	100/70/30
10/9	33,7	4Бкл(170)3Бкл(100)3Бкл(70)+Яв+Гз	D ₃ -Бк	100/70/30
11/7	45,5	3Бкл(190)3Бкл(110)3Бкл(90)1Бкл(70)+Яв	D ₃ -Бк	120/100/80/20
13/5	48,8	4Бкл(170)3Бкл(130)2Бкл(100)1Бкл(70)+Яв	D ₃ -Бк	100/70/40/30
13/8	26,5	4Бкл(170)3Бкл(110)3Бкл(80)+Яв	D ₃ -Бк	90/70/20
Разом Total	226,2	–	–	–

*Різниця віку поколінь деревостану від максимальної до мінімальної

*The difference in the age of generations of the forest stand from maximum to minimum

Так, у Річанському лісництві (див. табл. 5) в категорії захисних лісів під час аналізу букових перестійних насаджень вологої приполонинної яворової субучини віком понад 180 років у 13 виділах на площі 186,3 га різниця віку поколінь у деревостанах становила від 80 (min) до 150 (max) років. Водночас в експлуатаційних лісах, у перестійних букових насадженнях 170-річного віку вологої чистої бучини (6 виділів; 226,2 га) різниця віку поколінь у деревостанах становила від 90 до 120 років.

Подібні дані одержано також за результатами вибіркового обстеження ділянок насаджень перестійного віку з бука в Лисичівському лісництві. Тут у букових деревостанах віком понад 160 років вологої чистої бучини, вологої чистої субучини, вологої грабової бучини, вологої грабової субучини в категорії захисних лісів (27 виділів; 367 га) зафіксовано різницю віку поколінь деревостанів від 60 до 150 років. В експлуатаційних лісах (12 виділів; 119,9 га) така різниця віку поколінь деревостанів становить від 95 до 120 років. Для букових насаджень Ізківського лісництва, які мають вік понад 160 років і ростуть переважно у вологій чистій субучині в категорії захисних лісів (24 виділи; 411,2 га), виявлено різницю віку поколінь у деревостанах від 60 до 120 років. В експлуатаційних лісах (2 виділи; 14,4 га) різниця віку поколінь деревостанів коливається від 70 до 80 років.

У чистих ялинових перестійних деревостанах Ізківського лісництва (9 виділів; 64,9 га), які формуються переважно у вологому чистосмерековому суборі (категорія захисних лісів), різниця віку поколінь є дещо меншою і становить від 40 до 70 років (див. табл. 6). Ялицево-ялинові деревостани (6-8Ял2-4Яц) вологої буково-ялицевої смеречини і сусмеречини, вологого чистосмерекового субору (3 виділи; 29,9 га) мають різницю поколінь від 50 до 60 років. В експлуатаційних лісах (3 виділи; 11,5 га) така різниця становить 40 років.

Перестійні деревостани з переважанням у складі ялиці білої (див. табл. 7) в умовах вологої буково-смерекової суяличини та яличини Ізківського лісництва формуються із різницею віку поколінь від 40 до 60 років (6 виділів; 34,3 га; категорія захисних лісів), а в експлуатаційних лісах (7 виділів; 37,0 га) – 50–60 років.

На території Волосняківського лісництва в перестійних деревостанах із переважанням у складі ялиці білої (3 виділи; 31,7 га; ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення), що формуються у вологій буково-смерековій яличині, також різниця між поколіннями становить 50–60 років. В ялицевих та буково-ялицевих деревостанах Верхньоволовецького лісництва віком понад 160 років (6 виділів; 28,9 га) різниця віку поколінь коливається від 60 до 120 років.

Таблиця 6

Характеристика різновікових ялинових деревостанів Ізківського лісництва

Table 6

Characteristics of uneven-aged spruce stands in Izkivske Forestry

Квартал/ виділ Compartment/ Subcompartment	Площа, га Area, ha	Склад деревостану Stand composition	Тип лісу Forest type	Різниця віку поколінь деревостану, років The difference in the age of generations of the forest stand, years
Чисті ялинові деревостани (категорія лісів – захисні) Pure spruce stands (category of forests – protective)				
5/5	9,7	7Яле(120)3Яле(80)+Яцб+Бкл	В ₃ -См	40
5/6	4,7	8Яле(140)2Яле(80)	В ₃ -См	60
5/7	11,5	7Яле(150)3Яле(85)+Бкл+Яцб	В ₃ -См	65
5/8	6,0	8Яле(130)2Яле(80)+Бкл	В ₃ -См	50
5/29	4,7	8Яле(140)2Яле(80)	С ₃ -бк-яцСм	60
6/3	12,7	8Яле(130)2Яле(60)	В ₃ -См	70
6/6	5,3	8Яле(120)2Яле(60)	В ₃ -См	60
6/8	5,5	8Яле(130)2Яле(60)	С ₃ -См	70
6/9	4,8	8Яле(130)2Яле(60)+Бкл	С ₃ -бк-яцСм	70
Разом Total	64,9	–	–	–
Ялицево-ялинові деревостани (категорія лісів – природоохоронні; захисні) Fir-spruce stands (category of forests: nature conservation, protection)				
8/98	9,5	4Яле(140)3Яцб(140)2Яле(80)1Яцб(80)	В ₃ -См	60
8/88	3,5	5Яле(110)3Яцб2Яле(60)	Д ₃ -бк-яцСм	50
9/44	16,9	4Яле(140)2Яцб(140)2Яле(80)2Яцб(80)	С ₃ -бк-яцСм	60
Разом Total	29,9	–	–	–
Ялицево-ялинові деревостани (категорія лісів – експлуатаційні) Fir-spruce stands (category of forests: commercial)				
10/7	1,3	6Яле(120)2Яцб2Яле(80)+Бкл+Сз	С ₃ -См	40
10/8	4,4	6Яле(120)2Яцб2Яле(80)+Сз	С ₃ -См	40
9/38	5,8	4Яле(120)2Яцб(120)2Яле(80)2Яцб(80)+Бкл	С ₃ -бк-яцСм	40
Разом Total	11,5	–	–	–

Таблиця 7

Характеристика різновікових деревостанів Ізківського лісництва з переважанням у складі ялиці білої

Table 7

Characteristics of uneven-aged stands with predominance in the composition of white fir in Izkivske Forestry

Квартал/ виділ Compartment/ Subcompartment	Площа, га Area, ha	Склад деревостану Stand composition	Тип лісу Forest type	Різниця віку поколінь деревостану, років The difference in the age of generations of the forest stand, years
Категорія захисних лісів Category of protective forests				
5/36	1,3	5Яцб(150)3Яле1Бкл1Яцб(90)+ЯВ	С ₃ -бк-смЯц	60
8/96	11,3	4Яцб(140)3Яле(140)2Яцб(80)1Яле(80)	С ₃ -бк-смЯц	60
8/82	2,8	4Яцб(120)4Яле2Яцб(80)	С ₃ -бк-смЯц	40
8/86	9,0	4Яцб(120)4Яле2Яцб(80)+Бкл	С ₃ -бк-смЯц	40

Закінчення табл. 7 / Continuation of Table 7

Квартал/ виділ Compartment/ Subcompartment	Площа, га Area, ha	Склад деревостану Stand composition	Тип лісу Forest type	Різниця віку поколінь деревостану, років The difference in the age of generations of the forest stand, years
11/3	6,6	6Яцб(130)1Яле1Бкл2Яцб(90)	D ₃ -бк-смЯц	40
11/10	3,3	3Яцб(130)4Яле3Яцб(80)+Бкл	C ₃ -бк-смЯц	50
Разом Total	34,3	–	–	–
Категорія експлуатаційних лісів Category of commercial forests				
8/43	2,7	5Яцб(130)3Яле2Яцб(80)+Бкл	C ₃ -бк-смЯц	50
8/50	3,4	5Яцб(140)3Яле(140)1Яцб(80)1Яле(80)+Б кл	C ₃ -бк-смЯц	60
8/57	5,0	4Яцб(130)3Яле(130)2Яцб(80)1Яле(80)+Б кл	C ₃ -бк-смЯц	50
9/30	6,0	5Яцб(140)2Яле1Бкл2Яцб(90)	D ₃ -бк-смЯц	60
9/53	13,0	5Яцб(150)2Бкл1Яле2Яцб(90)	C ₃ -бк-смЯц	60
9/56	5,2	6Яцб(140)1Яле(140)2Яцб(90)1Яле(90)+Б кл	C ₃ -бк-смЯц	50
11/19	1,7	4Яцб(140)2Яле(140)1Бкл2Яцб(80)1Яле(80)	D ₃ -бк-смЯц	60
Разом Total	37,0	–	–	–

Отже, з огляду на викладене та враховуючи результати вибіркового обстеження, всі перестійні деревостани з переважанням у складі бука, ялини, ялиці є різновіковими або будуть такими найближчим часом. Темпи такого досягнення, крім віку перестійних деревостанів, значною мірою визначаються передумовами (історією) їхнього формування.

Виявлено, що на різницю за віком окремих груп дерев у досліджуваних деревостанах найбільше й безпосередньо впливає їхній вік. Виявлено тенденцію збільшення такої вікової різниці у міру збільшення віку, що виявляється у зміні кількості поколінь (від двох до чотирьох) та різниці їхнього віку (див. табл. 5–7). Залежності цих показників від належності деревостанів до відповідних категорій лісів чи типів лісу за наявними матеріалами не виявлено, хоча їхні значення дають уяву про режим лісокористування та ріст корінних деревостанів.

Висновки. Унаслідок всебічного лісівничо-таксаційного аналізу підпорядкованого Держлісагентству лісового фонду Закарпатської області визначено площу наявних в ньому перестійних деревостанів із бука, ялини та ялиці, які є різновіковими або можуть бути такими, зважаючи на їхній вік та біологічну здатність до формування різновікових деревостанів. На ці деревостани припадає вагома частка: за площею вони становлять 40 519,8 га, або 7,4 %, а за загальним запасом – 15 687,09 тис. м³, або 8,6 % від досліджуваного лісового фонду. Частка ж перестійних деревостанів з бука, ялини та ялиці від усіх виявлених перестійних лісів (44 663,9 га; 16 811,99 тис. м³) – 90,7 % за площею та 93,3 % за загальним запасом.

Передумови для появи й розвитку різновікових деревостанів у категоріях лісів із особливим режимом користування, велику частку яких виключено з експлуатації, є сприятливішими, ніж в експлуатаційних лісах (26 152,5 га; 9 980,57 тис. м³ проти 14 367,3 га; 5 706,52 тис. м³). У лісах, що виключені з експлуатації, формуються в рази сприятливіші передумови для появи, а отже, для подальшого функціонування різновікових деревостанів, порівнюючи з лісами, можливими для експлуатації (31 995,5 га; 12 401,97 тис. м³ проти 8 524,3 га; 3 285,12 тис. м³).

Загалом, безперешкодний ріст і розвиток різновікових деревостанів можливий на площі 31 995,5 га лісів, які виключено з експлуатації. У лісах, які можливі для експлуатації, 8 524,3 га різновікових деревостанів мають сумнівну перспективу подальшого функціонування, що пов'язано з режимом користування та експлуатації. Можливе розв'язання проблеми може полягати у зміні цього режиму або господарюванні за вибірковою системою рубок.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Gerushinsky, Z. Yu. 1996. Typology of forests of the Ukrainian Carpathians. Lviv, Pyramid, 208 p. (in Ukrainian).

Girs, A. A., Novak, B. I., Kashpor, S. M. 2013. Forest management. Kyiv, Aristei, 384 p. (in Ukrainian).

Kahaniak, Yu. Y. and Goroshko, M. P. 2017. Age structure of uneven-aged beech stands in the Ukrainian Carpathians and peculiarities of growing stock accumulation. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 15: 90–97 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/411711>

Kichura, V. P. and Kichura, A. V. 2022. Practical training in the technology of forestry production. Uzhgorod, Hoverla, 92 p. (in Ukrainian).

Kichura, V. P. and Kichura, A. V. 2004. Ways of forest management improvement within the territory of the Carpathian Biosphere Reserve. Scientific notes of the State Natural History Museum, 20: 59–63 (in Ukrainian).

Pogrebnyak, P. S. 1968. General forestry. Moscow, Kolos, 440 p. (in Russian).

Polyakova, O. G. 2003. The age structure of mature forests in Ukrainian Carpathian investigation as a basis to introduce ecology-protected felling types. Scientific Bulletin of UkrDLTU: Collection. science and technology works: Forestry research in Ukraine, 13(3): 301–305 (in Ukrainian).

Shparyk, Yu. S. and Losyuk, V. P. 2009. Fir stand structure and health condition at Kosiv district. Scientific Bulletin of UNFU, 19(5): 42–48 (in Ukrainian).

State forest cadastre. 2021. Irpin (in Ukrainian).

Tsurik, E. I. 1981. Spruce stands of the Carpathians (Structure and productivity). Lviv, Vyscha shkola, 184 p. (in Russian).

Tsurik, E. I. 2001. Mensuration features and structure of stands. Lviv, Ukrainian State Forestry University, 362 p. (in Ukrainian).

Kichura A. V., Kichura V. P.

POSSIBILITIES FOR FORMING UNEVEN-AGED STANDS IN THE FOREST FUND OF THE ZAKARPATTIA REGION

Uzhhorod National University

Theoretical and practical approaches to identifying opportunities for the formation of uneven-aged stands in the forest fund of the foothills and mountain parts of the Zakarpattia region subordinated to the State Forest Resources Agency of Ukraine were outlined. The features of the formation of uneven-aged stands were identified, with an emphasis, first of all, on the ability of the type-forming species prevailing in their composition to ensure uneven age at the stand. It has been confirmed that European beech (*Fagus sylvatica* L.), European spruce (*Picea abies* (L.) Karst) and white fir (*Abies alba* Mill.) are the most suitable for the formation of uneven-aged stands in the region. It was also established that in the stands of these species, the difference between age groups of trees begins to appear only with the natural maturity of the stands, i. e. in overmature stands. Given this, from the found area of overmature stands, distributed by type-forming species, corresponding categories of forests, and regime of forest use, the area for beech, spruce, and fir stands were determined. These species are biologically capable of ensuring the formation and further functioning of uneven-aged stands. Such overmature stands of beech, spruce, or fir occupy 40,519.8 ha of the forested area of the analyzed forest fund and correspond to the key features of uneven-aged stands.

Key words: even-aged stands, conditionally even-aged stands, uneven-aged stands, overmature stands.

E-mail: kichura_a@ukr.net; volodimir.kichura@uzhnu.edu.ua

Одержано редколегією 15.09.2023



**С. І. МУСІЄНКО, В. А. ЛУК'ЯНЕЦЬ, М. Г. РУМ'ЯНЦЕВ, О. М. ТАРНОПІЛЬСЬКА,
О. В. КОБЕЦЬ, В. В. БОНДАРЕНКО**

СТАН СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ У РЕКРЕАЦІЙНО-ОЗДОРОВЧИХ ЛІСАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ПОЛІССЯ

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

За матеріалами лісовпорядкування досліджено стан і продуктивність соснових насаджень у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся залежно від їхнього розташування. Розраховано розподіл цих насаджень за походженням, типами лісу, групами віку, класами бонітету, відносними повнотами та класами віку. Виявлено, що соснові насадження в рекреаційно-оздоровчих лісах регіону ростуть на площі майже 47 тис. га. Більшість площ соснових насаджень (55,9 %) зосереджені в умовах свіжого дубово-соснового субору. Переважають середньовікові насадження як за площею (65,6 %), так і за запасом (70,9 %). Більшість сосняків ростуть за І класом бонітету та характеризуються відносною повнотою 0,7–0,8. Показник використання лісорослинного потенціалу модальними сосняками лісових ділянок зелених зон навколо населених пунктів становить 67 % і є порівняно невисоким, порівнюючи з місцевими високопродуктивними деревостанами.

Ключові слова: категорія лісів, походження насадження, тип лісу, група віку, клас бонітету, повнота, запас.

Вступ. Ліси України за призначенням і місцем розташування виконують переважно екологічні (водоохоронні, захисні, санітарно-гігієнічні, оздоровчі та інші) функції і мають обмежене експлуатаційне значення (Bondarenko & Furdychko 1994). Рекреаційно-оздоровчі ліси, зі свого боку, виконують рекреаційні, санітарно-гігієнічні та оздоровчі функції, їх використовують для туризму, занять спортом, санаторно-курортного лікування та відпочинку населення (Myklush 2013, Parpan et al. 2021). До рекреаційно-оздоровчих лісів належать лісові ділянки, які розташовані: у межах міст, селищ та інших населених пунктів; у межах округів санітарної охорони лікувально-оздоровчих територій і курортів; у межах поясів зон санітарної охорони водних об'єктів у лісах; зелених зон навколо населених пунктів (лісопаркова частина); зелених зон навколо населених пунктів (лісогосподарська частина) (Procedure for Dividing Forests 2007).

Дослідження рекреаційно-оздоровчих лісів привертає увагу багатьох науковців із країн Європи та Північної Америки (Edwards et al. 2012, Filyushkina et al. 2017, Hansen et al. 2017, Sanchez-Badini & Innes 2019, Pintiliu 2022). В Україні дослідження в рекреаційно-оздоровчих лісах здійснювали багато дослідників (Holubchak et al. 2019, Musienko et al. 2020, Parpan et al. 2021, Bondar & Tsytsiura 2021). Водночас є дуже мало інформації про ресурси цих лісів, що обмежує їхнє ефективне використання. Тому актуальним питанням є дослідження лісівничо-таксаційних показників рекреаційно-оздоровчих лісів різних природних зон та ефективності використання ними лісорослинного потенціалу (ВЛП).

Мета роботи – проаналізувати лісівничо-таксаційні показники соснових ділянок насаджень у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся та визначити ефективність використання ними лісорослинного потенціалу.

Матеріали й методи. Лісівничо-таксаційний аналіз соснових насаджень у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся, що перебувають у постійному користуванні державного підприємства «Ліси України», підпорядкованого Державному агентству лісових ресурсів України, проведено за матеріалами бази даних «Лісовий фонд» ВО «Укрдержліспроект» (станом на 2017 р.).

До Лівобережного Полісся згідно з комплексним лісогосподарським районуванням (Gensiruk et al. 1981) належать північні частини Київської, Сумської та Чернігівської областей.

Загалом проаналізовано близько 14 тис. таксаційних виділів соснових насаджень у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся, зокрема в Київській області –

6,7 тис. виділів, у Сумській – 2,4 тис. і в Чернігівській області – 4,9 тис. виділів. Площа досліджуваних насаджень становила майже 47 тис. га.

Кількісне оцінювання ефективності ВЛП здійснювали шляхом порівняння запасів модальних соснових деревостанів ($M_{\text{мод}}$) з високопродуктивними деревостанами (Tkach et al. 2018) за формулою (1):

$$\text{ВЛП} = M_{\text{мод}} \times (M_{\text{вис.}})^{-1} \times 100 \%, \quad (1)$$

де ВЛП – показник використання лісотипологічного потенціалу, %;

$M_{\text{мод}}$ – запас модальних соснових деревостанів, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$;

$M_{\text{вис.}}$ – запас високопродуктивних деревостанів, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$.

Високопродуктивними сосновими насадженнями вважали ділянки високоповнотних (відносна повнота 0,8 і вище) і високобонітетних (клас бонітету I і вище) насаджень відповідних класів віку з участю сосни у складі насаджень 7 одиниць і більшою (Tkach et al. 2018).

Результати та обговорення. Площа соснових насаджень у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся становить майже 47 тис. га (табл. 1). Серед соснових лісів переважають насадження штучного походження, частка яких становить 75 % від загальної площі. Запас цих деревостанів оцінено в 11,5 млн м^3 .

Таблиця 1

Розподіл площі та запасу соснових насаджень у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся за походженням залежно від розміщення лісових ділянок

Table 1

Distribution of the area and growing stock of the pine stands in the recreational and health-improving forests in Left-Bank Polissia by origin in the context of the forest plot location

Походження соснових насаджень Pine stand origin	Площа Area		Запас Growing stock		
	га ha	%	тис. м^3 thousand м^3	%	на 1 га, м^3 per 1 ha, м^3
Лісові ділянки у межах міст, селищ та інших населених пунктів Forest plots within cities, towns and other settlements					
Природне Natural	12,1	15,2	3,2	16,2	265
Штучне Planted	67,9	84,8	16,5	83,8	243
Разом Total	80,0	100	19,7	100	246
Лісові ділянки зелених зон навколо населених пунктів (лісопаркова частина) Forest plots in green zones around settlements (forest-park part)					
Природне Natural	5 272,9	29,0	1 913,4	32,6	363
Штучне Planted	12 935,4	71,0	3 958,2	67,4	306
Разом Total	18 208,3	100	5 871,6	100	322
Лісові ділянки зелених зон навколо населених пунктів (лісогосподарська частина) Forest plots in green zones around settlements (forestry part)					
Природне Natural	6 220,1	21,8	2 352,1	23,9	378
Штучне Planted	22 372,7	78,2	7 507,1	76,1	336
Разом Total	28 592,8	100	9 859,2	100	345
Разом всі категорії рекреаційно-оздоровчих лісів Total all categories of recreational and health-improving forests					
Природне Natural	11 505,1	24,5	4 268,8	27,1	371
Штучне Planted	35 376,0	75,5	11 481,7	72,9	325
Разом Total	46 881,1	–	15 750,5	–	336

Частка соснових насаджень, що належать до лісових ділянок зелених зон навколо населених пунктів (лісогосподарська частина), є найбільшою і становить 61 %, а соснових насаджень, що належать до лісових ділянок у межах міст, селищ та інших населених пунктів, – найменшою (лише 0,2 % від загальної площі соснових лісів цієї зони). У межах

різних за розміщенням лісових ділянок площа штучних соснових деревостанів є більшою, ніж природних (див. табл. 1). При цьому продуктивність природних деревостанів є дещо вищою, ніж штучних. Це пов'язане насамперед із їхнім більшим середнім віком. Загалом, серед усіх досліджуваних соснових лісів незалежно від походження найбільшим запасом ($345 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$) характеризуються соснові насадження в межах лісових ділянок зелених зон навколо населених пунктів (лісогосподарська частина), а найменшим ($246 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$) – соснові насадження, що належать до лісових ділянок у межах міст, селищ та інших населених пунктів.

Соснові насадження в рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся є найбільш представленими в п'яти типах лісу – свіжому дубово-сосновому суборі (55,8 %), свіжому сосновому бору (27,7 %), вологому дубово-сосновому суборі (5,8 %), свіжій липово-сосновій судіброві (5,0 %) і сухому сосновому бору (2,3 %). Частка сосняків, що ростуть в інших типах лісу (18 типів лісу), є незначною – 3,4 % від загальної площі, що становить майже 1,6 тис. га (табл. 2).

Таблиця 2

Розподіл соснових насаджень у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся за типами лісу

Table 2

Distribution of the pine stands in the recreation and health-improving forests in Left-Bank Polissia by forest types

Індекс Index	Тип лісу Forest type	Площа Area	
	Назва Name	га ha	%
A ₁ -С	Сухий сосновий бір	1 088,3	2,3
A ₂ -С	Свіжий сосновий бір	12 925,9	27,7
B ₂ -дС	Свіжий дубово-сосновий субір	26 181,2	55,8
B ₃ -дС	Вологий дубово-сосновий субір	2 738,9	5,8
C ₂ -л-сД	Свіжа липово-соснова судіброва	2 363,6	5,0
Інші Others	–	1 583,2	3,4
Разом Total	–	46 881,1	100

Серед рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережного Полісся як за площею (65,6 %), так і за запасом (70,9 %) суттєво переважають середньовікові соснові насадження. Частка пристиглих сосняків становить 18,0 %, молодняків – 12,9 %, стиглих і перестійних – 3,5 % від загальної площі (табл. 3).

Таблиця 3

Розподіл площі та запасу соснових насаджень у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся за групами віку

Table 3

Distribution of the area and growing stock of the pine stands in the recreational and health-improving forests in Left-Bank Polissia by age groups

Групи віку Age groups	Площа Area		Запас Growing stock		
	га ha	%	тис. м ³ thousand m ³	%	на 1 га per 1 ha
Молодняки Young stands	6 014,3	12,9	603,6	3,8	100
Середньовікові Middle-aged stands	30 743,4	65,6	11171,8	70,9	363
Пристигли Maturing stands	8 460,4	18,0	3370,1	21,4	398
Стигли і перестійні Mature and overmature stands	1 663,0	3,5	605,0	3,9	364
Разом Total	46 881,1	100	15750,5	100	336

Розподіл соснових насаджень за групами віку в межах різних категорій рекреаційно-оздоровчих лісів (за їхнім місцем розташування) є приблизно таким самим, за винятком

соснових насаджень, що розташовані в межах міст, селищ та інших населених пунктів, де переважання за площею середньовікових деревостанів становить менше ніж 50 % (рис. 1).

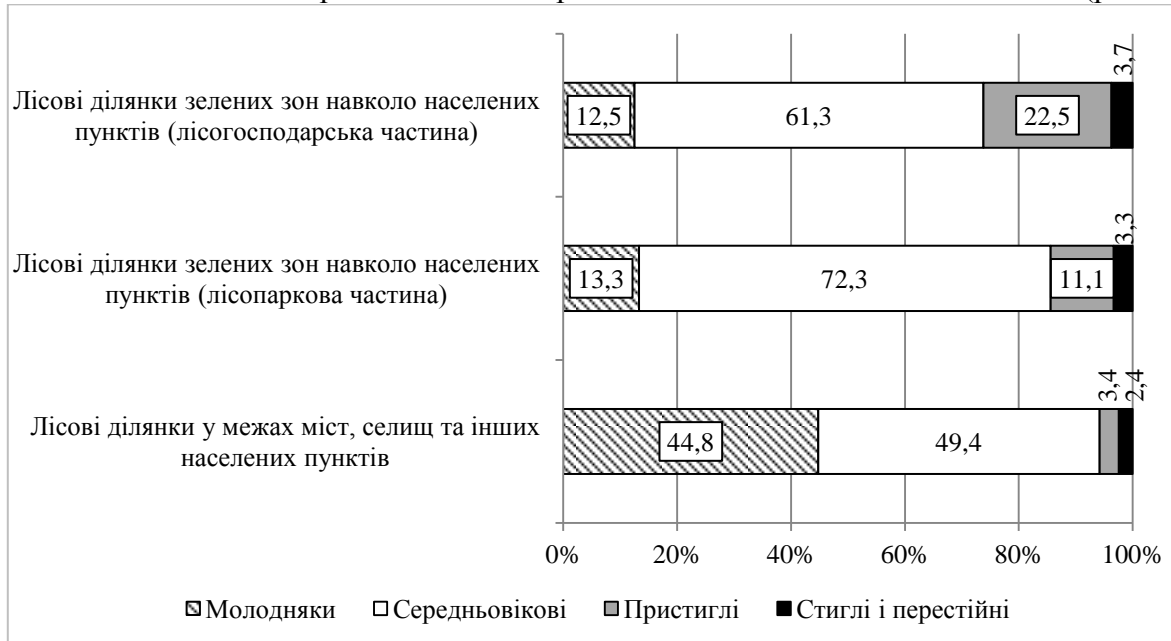


Рис. 1 – Розподіл соснових насаджень у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся за групами віку в розрізі розміщення лісових ділянок

Fig. 1 – Distribution of the pine stands in the recreational and health-improving forests in Left-Bank Polissia by age groups in the context of the forest plot location

Соснові насадження в рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся відзначаються порівняно високою продуктивністю. Частка насаджень, що ростуть за Іа і вищими класами бонітету, становить 22,7 % від загальної площі, І – 47,3 %, ІІ – 25,3 %, ІІІ і нижчими – лише 4,6 % (табл. 4). Це свідчить про сприятливі умови для росту й розвитку сосняків у рекреаційно-оздоровчих лісах регіону.

Таблиця 4

Розподіл площі та запасу соснових насаджень у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся за класами бонітету

Table 4

Distribution of the area and growing stock of the pine stands in the recreational and health-improving forests in Left-Bank Polissia by site classes

Клас бонітету Site class	Площа Area		Запас Growing stock		
	га ha	%	тис. м ³ thousand m ³	%	на 1 га per 1 ha
Іа і вище	10 664,7	22,7	4 365,0	27,7	409
І	22 197,5	47,3	7 588,3	48,2	341
ІІ	11 863,1	25,3	3 391,5	21,5	286
ІІІ і нижче	2 155,8	4,6	405,7	2,6	188
Разом Total	46 881,1	100	15 750,5	100	335

Розподіл соснових насаджень за класами бонітету в межах різних категорій рекреаційно-оздоровчих лісів (за їхнім місцем розташування) є подібним (рис. 2), проте з деякими відхиленнями в той чи інший бік. Так, зокрема, частка соснових насаджень, що ростуть за Іа і вищими класами бонітету, залежно від їхнього розташування становить 13,8–43,8 %, за І класом – 24,9–48,6 %, за ІІ класом – 19,1–35,1 %, за ІІІ і нижчими класами бонітету – 3,9–5,7 % від загальної площі.

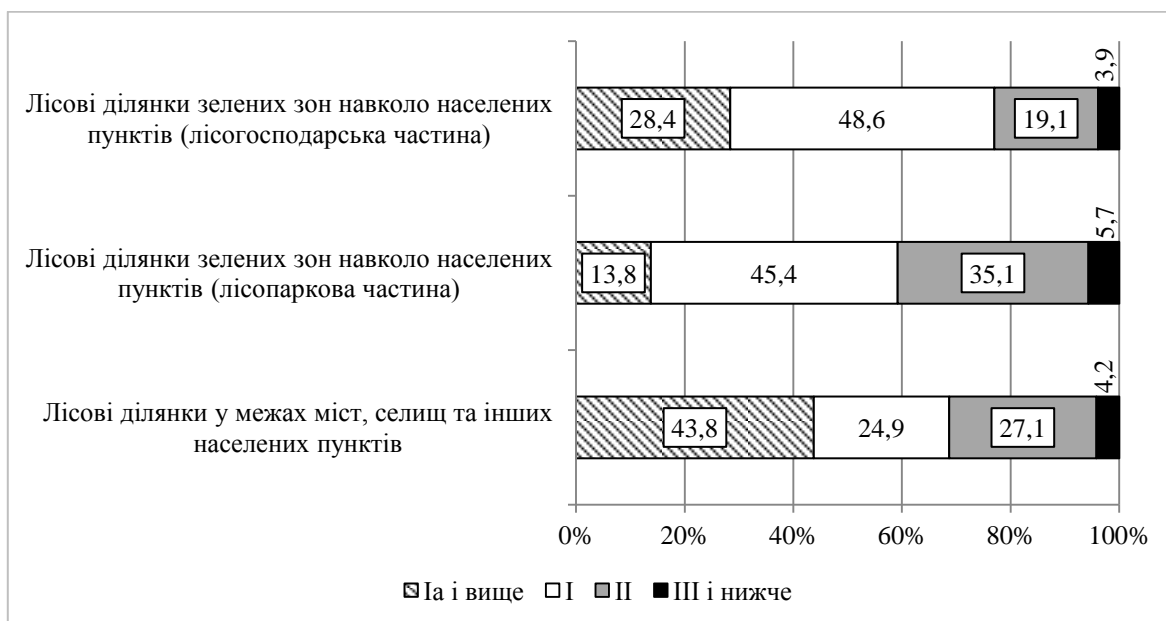


Рис. 2 – Розподіл площі та запасу соснових насаджень у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся за класами бонітету залежно від розміщення лісових ділянок

Fig. 2 – Distribution of the area and stock of the pine stands in the recreational and health-improving forests in Left-Bank Polissia by growth classes in the context of the forest plot location

У рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся переважають соснові насадження з відносною повнотою 0,7–0,8, частка яких становить 71,2 % від загальної площі соснових лісів. Частка насаджень з повнотою 0,9–1,0 становить 16,5 %, а з повнотою 0,3–0,6 – відповідно 12,3 % від загальної площі (табл. 5).

Таблиця 5

Розподіл площі та запасу соснових насаджень у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся за відносною повнотою

Table 5

Distribution of the area and growing stock of the pine stands in the recreational and health-improving forests in Left-Bank Polissia by relative density of stocking

Повнота Relative density of stocking	Площа Area		Запас Growing stock		
	га ha	%	тис. м ³ thousand m ³	%	на 1 га per 1 ha
0,3–0,6	5 768,1	12,3	1 759,2	11,2	305
0,7–0,8	33 391,9	71,2	11 289,3	71,7	338
0,9–1,0	7 721,1	16,5	2 702,0	17,1	350
Разом Total	46 881,1	100	15 750,5	100	336

Така ж тенденція характерна й для соснових насаджень рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережного Полісся залежно від лісових ділянок (рис. 3). Так, зокрема, частка насаджень із повнотою 0,3–0,6 становить 4,7–14,0 % від загальної площі соснових насаджень залежно від їхнього розташування, з повнотою 0,7–0,8 – 69,3–72,4 %, з повнотою 0,9–1,0 – 16,3–24,8 % від загальної площі. Це можна пояснити значною часткою молодняків у їхній віковій структурі, в яких не проводять відповідні лісогосподарські заходи. Аналіз динаміки середньої повноти соснових насаджень у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся залежно від класів віку (рис. 4) свідчить, що, починаючи із VII класу віку, відбувається поступове її зниження.

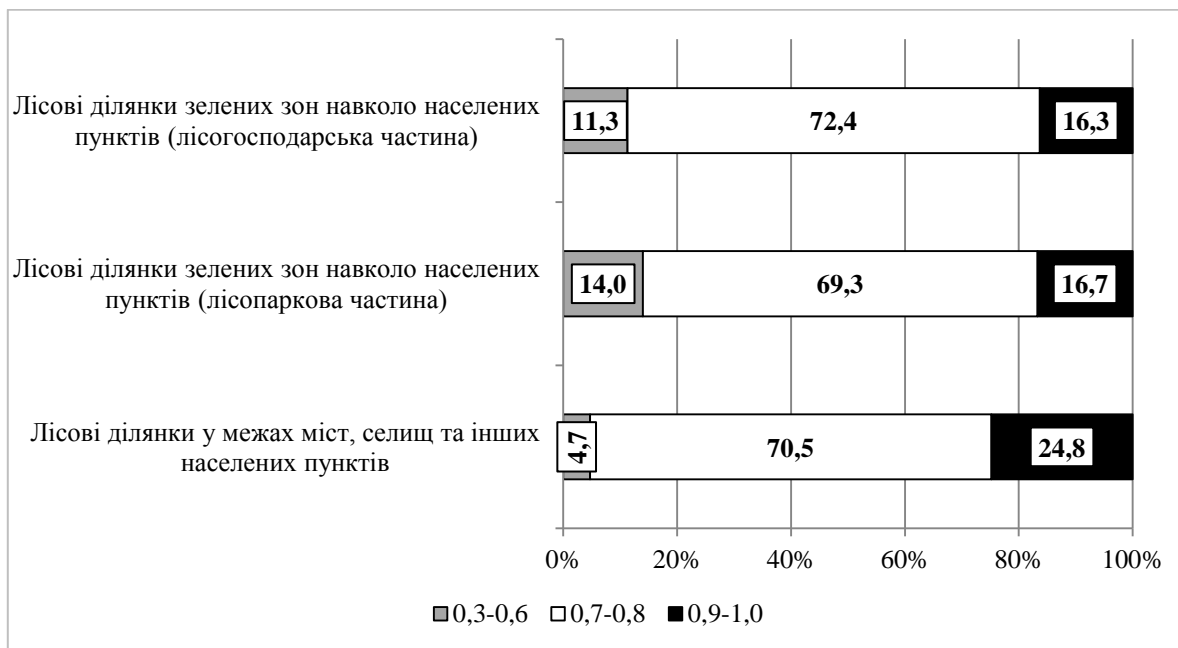


Рис. 3 – Розподіл площі та запасу соснових насаджень у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся за відносною повнотою залежно від розміщення лісових ділянок

Fig. 3 – Distribution of the area and stock of the pine stands in the recreational and health-improving forests in Left-Bank Polissia by relative density of stocking in the context of the forest plot location

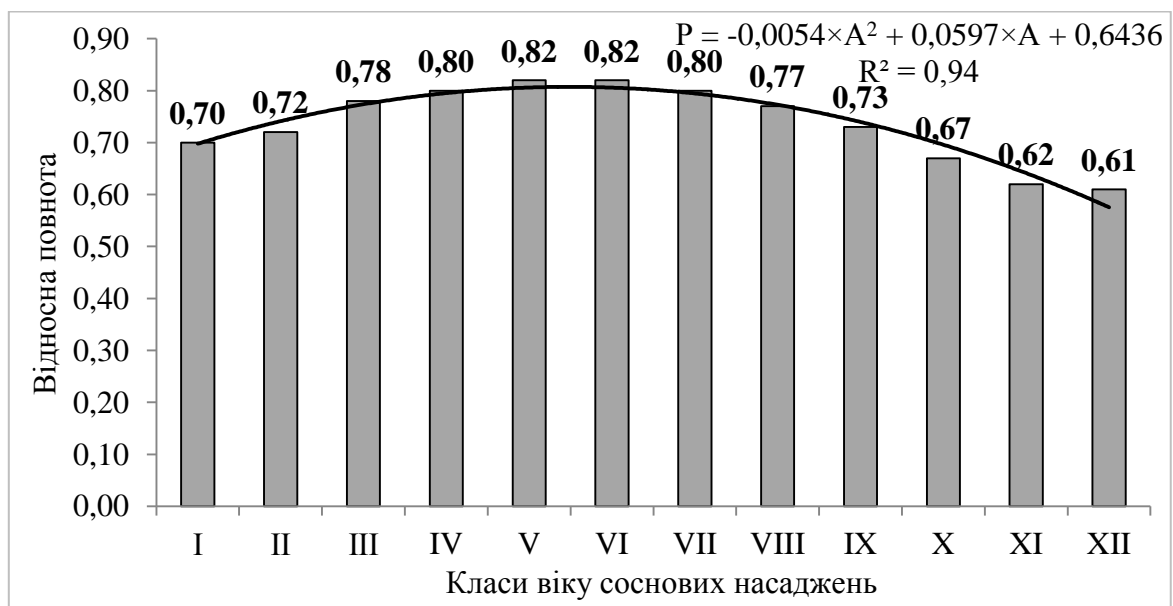


Рис. 4 – Динаміка середньої повноти соснових лісів у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся

Fig. 4 – The dynamics of the average density of stocking of the pine stands in the recreation and health-improving forests in Left-Bank Polissia

Вікова структура соснових насаджень у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся є розбалансованою. За площею суттєво переважають середньовікові деревостани V–X класів віку, частка яких становить 79 % від загальної площі досліджуваних сосняків регіону. Ці деревостани характеризуються такими середніми значеннями основних таксаційних показників: участь сосни в складі – 9,0 од.; середній діаметр – 28,0 см; середня висота – 21,1 м; середній запас на 1 га – 336 м³; середня повнота – 0,76; середній клас бонітету – I,5 (табл. 6).

Таблиця 6

Динаміка основних таксаційних показників соснових насаджень у рекреаційно-оздоровчих лісах
Лівобережного Полісся

Table 6

The dynamics of the main mensuration indicators of the pine stands in the recreational and health-improving
forests in Left-Bank Polissia

Клас віку Age class	Площа, га Area, ha	Запас Growing stock		Середні таксаційні показники насаджень Average stand mensuration indicators				
		тис. м ³ thousand m ³	на 1 га, м ³ per 1 ha, m ³	Участь в складі, од. Participation in the stand composition, units	Діаметр, см Diameter, cm	Висота, м Height, m	Відносна повнота Relative density of stocking	Клас бонітету Site class
I	1 010,9	13,0	13	8,1	2,8	2,3	0,70	I,3
II	1 492,4	67,9	46	7,3	6,5	5,4	0,72	I,4
III	1 448,0	163,4	113	8,0	12,0	9,7	0,78	II,1
IV	2 043,0	359,3	176	8,4	17,1	13,7	0,80	I,8
V	3 674,5	931,3	253	9,0	20,5	17,0	0,82	I,7
VI	5 810,6	1 937,3	333	9,0	25,7	20,9	0,82	I,4
VII	8 076,5	2 974,8	368	9,0	29,3	22,8	0,80	I,3
VIII	9 562,7	3 912,2	409	9,2	32,6	25,0	0,77	I,3
IX	5 995,0	2 462,6	410	9,5	35,3	26,0	0,73	I,3
X	3 973,9	1 549,5	390	9,4	37,8	26,7	0,67	I,5
XI	1 891,3	718,4	380	9,4	39,8	27,5	0,62	I,6
XII	1 173,7	423,5	361	9,5	42,5	27,4	0,61	I,9
XIII	355,9	124,3	349	9,3	44,5	27,8	0,59	I,9
XIV	160,0	53,1	331	9,4	46,8	27,8	0,55	II,0
XV	58,4	20,6	352	9,3	46,9	28,6	0,56	I,9
XVI	64,5	20,3	314	9,8	48,2	27,4	0,49	II,3
XVII	60,1	16,8	280	9,8	50,6	28,2	0,50	II,3
XVIII	7,5	1,7	227	9,3	47,9	27,3	0,43	II,3
XIX	2,2	0,5	227	10,0	60,5	27,0	0,40	II,0
Разом Total	46 881,1	15 750,5	336	9,0	28,0	21,1	0,76	I,5

Більшість соснових насаджень, що розташовані в межах міст, селищ та інших населених пунктів, належать до IV–VI класів віку. Вони займають площу 63 га, що становить 78,8 % від загальної площі. Соснові деревостани на цих ділянках мають такі таксаційні показники: участь сосни в складі – 8,0 одиниць; середній діаметр – 23,2 см; середня висота – 18,7 м; середній запас на 1 га – 246 м³; середня повнота – 0,80; середній клас бонітету – I,7.

Деревостани в межах лісових ділянок зелених зон навколо населених пунктів (лісопаркова частина) належать переважно до IV–X класів віку (77,7 %). Вони характеризуються такими середніми таксаційними показниками: участь сосни в складі – 9,0 одиниць; середній діаметр – 27,7 см; середня висота – 20,6 м; середній запас на 1 га – 322 м³; середня повнота – 0,76; середній клас бонітету – I,6.

Деревостани лісових ділянок зелених зон навколо населених пунктів (лісогосподарська частина) належать переважно до V–X класів віку і становлять 83,5 % від загальної площі соснових насаджень цієї групи. Їхні середні таксаційні показники мають такі значення: участь сосни в складі – 9,0 одиниць; середній діаметр – 28,1 см; середня висота – 21,5 м; середній запас на 1 га – 345 м³; середня повнота – 0,76; середній клас бонітету – I,4.

Враховуючи те, що лісові ділянки в лісогосподарській частині лісів зелених зон займають значні площі, а ведення лісового господарства в них не обмежено і дозволено є проведення всіх видів рубок, вважали за необхідне визначити показники використання ними лісорослинного потенціалу.

Порівняльний аналіз росту та продуктивності соснових насаджень проводили шляхом зіставлення запасів на 1 га модальних насаджень із відповідними значеннями показників місцевих високопродуктивних насаджень, підібраними за матеріалами лісовпорядкування (Tkach et al. 2018) (табл. 7).

Таблиця 7

Динаміка запасу ($m^3 \cdot га^{-1}$) модальних і високопродуктивних соснових деревостанів лісових ділянок зелених зон навколо населених пунктів (лісогосподарська частина) в рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся (тип лісу – В₂-дС)

Table 7

The dynamics of the growing stock ($m^3 \cdot ha^{-1}$) of the modal and highly productive pine stands in forest plots of green zones around settlements (forestry part) in recreational and health-improving forests in Left-Bank Polissia (forest type - В₂-dS)

Деревостани Tree stands	Вік соснових насаджень, років Age of pine stands, years											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Модальні Modal	22	64	120	185	253	319	377	423	450	454	428	369
Високопродуктивні Highly productive	35	158	267	361	440	505	554	588	607	612	601	576

Результати аналізу проведених досліджень свідчать, що модальні соснові деревостани поступаються за запасом високопродуктивним деревостанам у всіх класах віку. Так, у віці 100 років різниця за запасом між цими насадженнями становить 29 % (рис. 5).

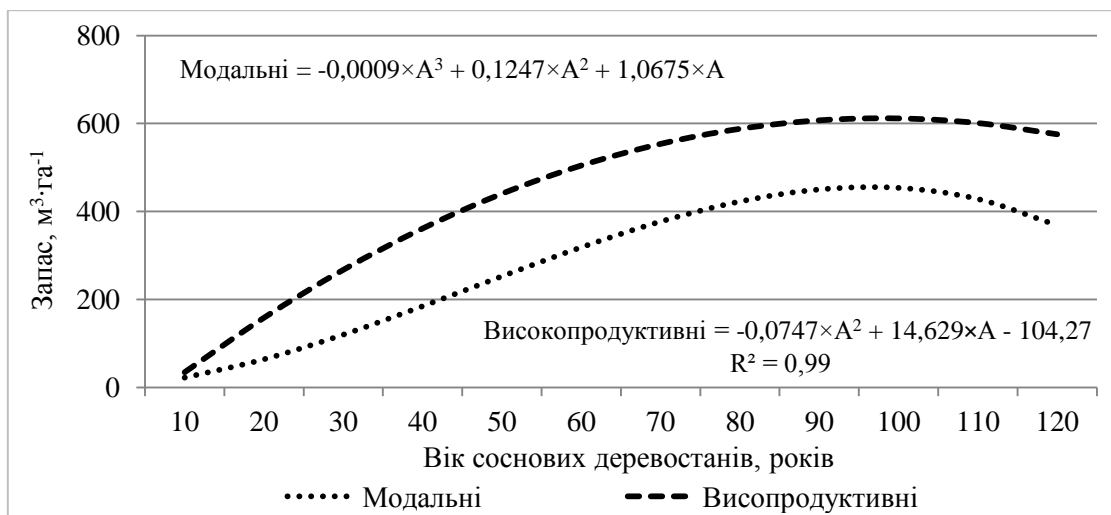


Рис. 5 – Динаміка запасів модальних і високопродуктивних насаджень лісових ділянок зелених зон навколо населених пунктів (лісогосподарська частина) рекреаційно-оздоровчих соснових лісів Лівобережного Полісся

Fig. 5 – Dynamics of growing stocks of modal and highly productive stands in forest plots in green zones around settlements (forestry part) of recreational and health-improving pine forests in the Left Bank Polissia

Показники використання лісорослинного потенціалу модальними сосняками, порівнюючи з високопродуктивними насадженнями, коливаються від 40 % (у віці 20 років) до 74 % (у віці 90–100 років), а загалом середньозважене значення показника ВЛП є порівняно невисоким і становить 67 % (рис. 6).

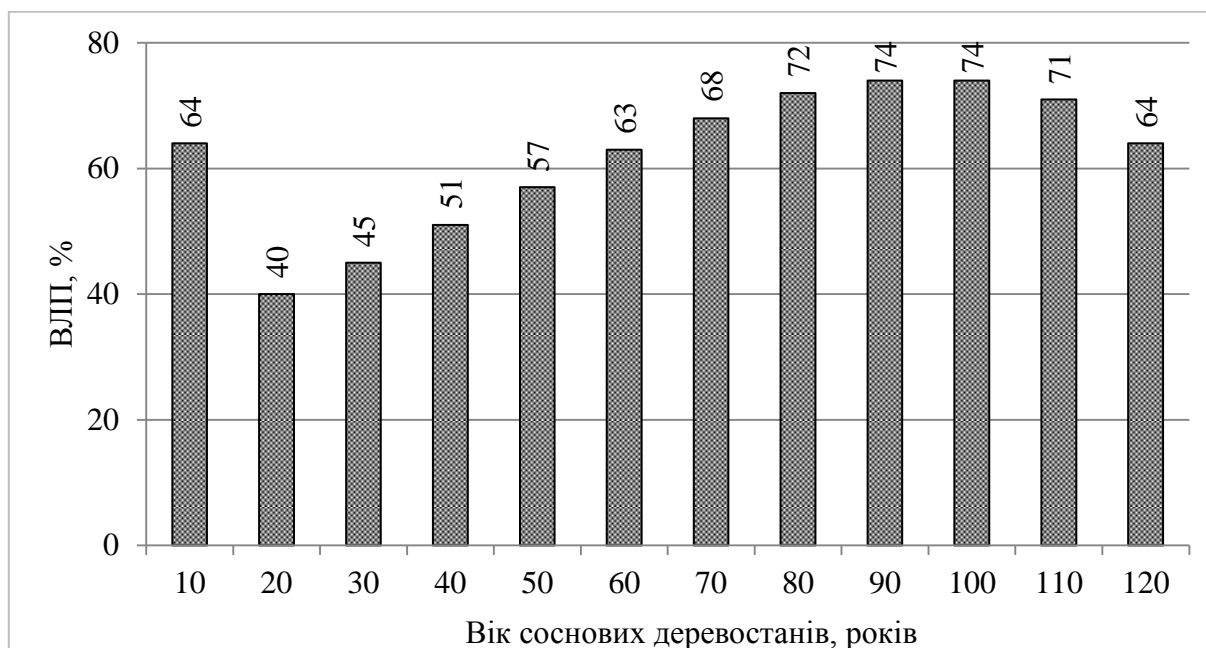


Рис. 6 – Показники використання лісорослинного потенціалу модальними сосновими насадженнями Лівобережного Полісся в порівнянні з високопродуктивними деревостанами

Fig. 6 – Indicators of forest site capacity use by the modal pine stands in the Left-Bank Polissia in comparison with the highly productive stands

У зв'язку з низьким ВЛП модальними насадженнями втрати деревини сягають 4 856,0 тис. м³, як порівняти з високопродуктивними насадженнями.

Висновки. Вікова структура соснових насаджень у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся є розбалансованою із суттєвим переважанням як за площею, так і за запасом середньовікових насаджень.

Умови цього регіону загалом є сприятливими для успішного росту й розвитку соснових деревостанів та ефективного виконання ними рекреаційно-оздоровчих функцій. Свідченням цього є суттєве переважання за площею сосняків, що ростуть за I і вищими класами бонітету та мають відносну повноту 0,7–0,8. Виявлено зменшення значень відносної повноти соснових насаджень після досягнення 80–90-річного віку незалежно від їхнього розташування.

Середньозважені показники використання лісорослинного потенціалу модальними сосновими деревостанами в лісогосподарській частині лісів зелених зон (без обмеження режиму експлуатації) Лівобережного Полісся є порівняно невисокими та становлять 67 %, порівнюючи з місцевими високопродуктивними деревостанами.

ПОСИЛАННЯ–REFERENCES

Bondar, O. and Tsytsiura, N. 2021. Recreational and health-improving forests of Kremenets district, Ternopil region. *Balanced Nature Management*, 2: 80–87 (in Ukrainian).

Bondarenko, V. D. and Furdychko, O. I. 1994. *Forest and recreation in the forest*. Lviv, Svit, 232 p. (in Ukrainian).

Edwards, D., Jay, M., Jensen, F. S., Lucas, B., Marzano, M., Montagne, C., Pearce, A., Weiss, G. 2012. Public preferences for structural attributes of forests: Towards a pan-European perspective. *Forest Policy and Economics*, 19: 12–19.

Filyushkina, A., Agimass, F., Lundhede, T., Strange, N., Jacobsen, J. B. 2017. Preferences for variation in forest characteristics: Does diversity between stands matter? *Ecological Economics*, 140: 22–29.

Gensiruk, S. A., Shevchenko, S. V., Bondar, V. S., Shelyag-Sosonko, Y. R., Koval, Y. V., Zaytsev, V. T., Kravchuk, Y. P. 1981. *Integrated forestry zoning of Ukraine and Moldova*. Kyiv, Naukova dumka, 300 p. (in Russian).

Hansen, M. M., Jones, R., Tocchini, K. 2017. Shinrin-Yoku (Forest Bathing) and Nature Therapy: A State-of-the-Art Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 14(8): 851. <https://doi.org/10.3390/ijerph14080851>

Holubchak, O., Korol, S., Melnychuk, I., Prykhodko, M. 2019. Optimization of forest ecosystem recreational services formation in conditions of decentralization in Ukraine. *Advances in Economics, Business and Management Research: 2019 7th International Conference on Modeling, Development and Strategic Management of Economic System (MDSMES 2019)*. Ivano-Frankivsk, Ukraine, p. 5.

Musienko, S. I., Lukyanets, V. A., Bondarenko, V. V., Rumiantsev, M. H., Kobets, O. V. 2020. Typological diversity of recreational and health-improving forests in Left-bank Ukraine. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30 (5): 31–35 (in Ukrainian).

Myklush, Yu. S. 2013. Determining the characteristics of landscape and valuation assessment of recreational and health-improving forests. *Scientific Bulletin of UNFU*, 23 (12): 14–25 (in Ukrainian).

Parpan, T. V., Holubchak, O. I., Hudyma, V. M., Prykhodko, N. F., Falko, R. I., Kyrilenko Ya. O. 2021. Characteristics of recreation forests of Ivano-Frankivsk region and assessment of their potential at permanent research sites. *Scientific Bulletin of UNFU*, 31 (5): 9–16 (in Ukrainian)

Pintilii, R.-D. 2022. Forest Recreation and Landscape Protection. *Forests*, 13: 1440.

Procedure for Dividing Forests into Categories and Allocation of Specially Protected Forest Areas. 2007. [Electronic resource]. Resolution of Cabinet of Ministers of Ukraine. No 733 dated 16.05.2007. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/733-2007-%D0%BF#Text> (accessed 22.10.2023) (in Ukrainian).

Sanchez-Badini, O. and Innes, J. L. 2019. Forests and trees: A public health perspective. *Sante publique (Vandoeuvre-les-Nancy, France)*, S1(HS): 241–248.

Tkach, V. P., Kobets, O. V., Rumiantsev, M. H. 2018. Use of forest site capacity by forests of Ukraine. *Forestry and Forest Melioration*, 132: 3–12 (in Ukrainian).

Musienko S. I., Luk'yanets V. A., Rumiantsev M. H., Tarnopilska O. M., Kobets O. V., Bondarenko V. V.

CONDITION OF PINE STANDS IN THE RECREATIONAL AND HEALTH-IMPROVING FORESTS IN LEFT-BANK POLISSIA

Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

Based on forest management materials, the state and productivity of pine stands in the recreation and health-improving forests in the Left-Bank Polissia were investigated depending on their location. They were divided by origin, forest types, age groups, quality classes, relative densities of stocking and age classes. It has been established that the stands grow on an area of almost 47,000 hectares. A greater share of pine stands (55.9% of the area) is concentrated in the conditions of a fresh oak-pine forest. Middle-aged stands predominate, both in the context of the area (65.6%) and stock (70.9%). The majority of pine trees grow according to the first site class and are characterized by a relative density of stocking of 0.7–0.8. The level of use of forest site capacity by modal pine stands in forest plots in green zones around settlements is relatively low and amounts to 67%, compared to local highly productive stands.

Key words: forest category, stand origin, forest type, age group, quality class, relative density of stocking, stock.

E-mail: musienkosergij_les@ukr.net; bond.vera16012017@gmail.com

Одержано редколегією 30.10.2023

**ОСОБЛИВОСТІ НАСТУПНОГО ПРИРОДНОГО ВІДНОВЛЕННЯ
В ДУБОВИХ НАСАДЖЕННЯХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ***Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького*

Наведено результати досліджень природного поновлення дуба звичайного (*Quercus robur* L.) та інших господарсько цінних порід на ділянках 1–3-річних незімкнених лісових культур дуба в умовах свіжої кленово-липової діброви в лісовому фонді філій «Краснопільське лісове господарство», «Охтирське лісове господарство» та «Тростянецьке лісове господарство» державного підприємства «Ліси України» в Сумській області. Дослідження проведено у 2018–2020 рр. Дано кількісну характеристику підросту господарсько цінних порід, розраховано його розподіл за групами висот і віку, а також оцінено особливості його розміщення на ділянках 1–3-річних незімкнених лісових культур. Виявлено, що найбільша кількість підросту господарсько цінних порід, зокрема дуба і ясеня, зосереджена на ділянках однорічних культур, порівнюючи з ділянками дво- та трірічних культур. Виявлені особливості розподілу підросту господарсько цінних порід за групами висот і віку та характер його розміщення на площі доцільно враховувати в майбутньому під час вибору способу відновлення дубових насаджень.

Ключові слова: дуб звичайний (*Quercus robur* L.), господарсько цінні породи, підріст, зруб, трапляння.

Вступ. Природне відновлення дубових лісів є одним із найважливіших питань у лісовому господарстві. Ці ліси виконують важливі еколого-захисні функції, а також забезпечують економіку країни високоякісною дубовою деревиною (Rumiantsev et al. 2017, Tkach et al. 2019, 2021). Ступінь успішності наступного природного відновлення дуба залежить від таксаційних показників материнських деревостанів (віку, повноти, участі дуба в їхньому складі) (Tkach et al. 2015, 2017, 2019, 2020, Chygrynets et al. 2016, Didenko 2018, Rumiantsev et al. 2018), ступеня розвитку чагарникового та трав'яного ярусів (Löf 2000, Ligot et al. 2013, Mölder et al. 2019, Govedar et al. 2021, Kanjevac et al. 2021), плодоношення дуба в рік рубки, а також за один-два роки до неї (Rumiantsev et al. 2018) тощо.

Виявлення особливостей появи й успішного подальшого росту підросту, аналіз його кількісного та якісного стану сприятимуть розробленню відповідних заходів щодо відтворення високопродуктивних, біологічно стійких природних дубових насаджень насіннєвим шляхом, прогнозуванню їхнього подальшого розвитку й збереженню генетичного потенціалу (Tkach et al. 2017). Попри доволі значну увагу останнім часом до питання можливості природного насіннєвого відновлення цінних дубових насаджень, а в окремих випадках – комбінованим способом, воно й надалі залишається актуальним.

Мета досліджень – надати кількісну характеристику підросту господарсько цінних порід, оцінити його розподіл за групами висот і віку та характер розміщення на ділянках 1–3-річних незімкнених лісових культур для подальшого використання цих даних під час відновлення дубових лісів природним чи комбінованим (у поєднанні зі штучним) способом.

Матеріали й методи. Таксаційні показники дубових насаджень узято із «Книг рубок» лісгосподарських підприємств. Вік насаджень до рубки становив 100–160 років, повнота – 0,6–0,8, участь дуба в складі першого ярусу – 5–10 одиниць (табл. 1). Суцільнолісосічні рубки всіх насаджень проведено на початку 2018 року (у зимовий період). Площа зрубів становила від 1,0 до 3,2 га. На зрубках створено часткові лісові культури дуба з розміщенням садивних місць 4,0 × 0,7 м (початкова густина – 3,57 тис. шт. · га⁻¹).

Облік природного поновлення (підросту) господарсько цінних порід проводили в осінній період у 2018–2020 рр. на пробних площах (ПП), закладених на ділянках 1–3-річних незімкнених лісових культур у філіях «Тростянецьке ЛГ» (ПП Т-6–Т-11), «Охтирське ЛГ» (ПП О-4–О-6) та «Краснопільське ЛГ» (ПП К-5–К-7) державного спеціалізованого господарського підприємства «Ліси України», що територіально розташовані в лісостеповій частині Сумської області. Тип лісу для всіх обстежених ділянок незімкнених культур – свіжа кленово-липова діброва. Облік проводили на кругових

площадках (площею 10 м² кожна), закладених на діагональних ходах через зруби. На кожній ділянці закладали по 30 облікових площадок. Благонадійний підріст господарсько цінних порід розподіляли за породами, групами віку та групами висот.

Таблиця 1

Таксаційна характеристика дубових насаджень до рубки

Table 1

Mensuration characteristics of oak stands before felling

№ пробної площі Research plot number	Філія лісового господарства Branch of Forest Enterprise	Лісництво Forestry	Квартал/ виділ Subcom-partment	Таксаційна характеристика дубових насаджень до рубки Mensuration characteristics of oak stands before felling		
				Склад Composition	Вік, років Age, years	Повнота Relative density of stocking
Незімкнені культури дуба віком 1 рік Open-growing oak forest plantations aged 1 year						
T-10	Тростянецьке ЛГ	Маківське	50/5	7Дз2Яз1Лпд	105	0,7
T-11		Нескучанське	60/12	5Дз3Яз1Клг1Лпд	109	0,6
O-6	Охтирське ЛГ	Олешнянське	85/5	9Дз1Лпд+Яз	109	0,6
K-7	Краснопільське ЛГ	Новодмитрівське	5/6	7Дз2Яз1Клг+Лпд	113	0,6
Незімкнені культури дуба віком 2 роки Open-growing oak forest plantations aged 2 years						
T-8	Тростянецьке ЛГ	Маківське	52/1	6Дз2Яз1Клг1Лпд	134	0,7
T-9		Нескучанське	11/1	7Дз2Клг1Яз+Лпд	111	0,8
O-4	Охтирське ЛГ	Олешнянське	85/1	8Дз2Яз	114	0,6
K-5	Краснопільське ЛГ	Новодмитрівське	6/12	9Дз1Яз	113	0,6
Незімкнені культури дуба віком 3 роки Open-growing oak forest plantations aged 3 years						
T-6	Тростянецьке ЛГ	Маківське	54/18	10Дз+Клг+Яз	154	0,7
T-7		Нескучанське	60/12	5Дз3Яз1Лпд1Клг	109	0,6
O-5	Охтирське ЛГ	Олешнянське	73/8	9Дз1Яз+Лпд	105	0,7
K-6	Краснопільське ЛГ	Великобрицьке	31/19	8Дз2Клг+Яз+Взш	139	0,6

Примітка. Взш – в'яз шорсткий (*Ulmus glabra* Huds.), Дз – дуб звичайний (*Quercus robur* L.), Клг – клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), Клп – клен польовий (*Acer campestre* L.), Лпд – липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.), Яз – ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.).

Note. Взш – Scots elm (*Ulmus glabra* Huds.), 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.).

Ступінь успішності природного відновлення оцінювали за шкалою УкрНДЛГА (Pasternak 1990). Під час оцінювання брали до уваги кількість підросту в контексті груп віку та висот, а також його трапляння – виражене у відсотках відношення кількості ділянок із його наявністю до загальної кількості закладених облікових ділянок. За показником трапляння на площі виділяли три категорії підросту: рівномірно розміщений (трапляння понад 65 %); нерівномірно розміщений (трапляння – 40–65 %); розміщений групами (у групах не менше 10 шт. дрібних або 5 шт. середніх і великих екземплярів поновлення).

Якщо наявний підріст належав до декількох груп за віком і висотою, його кількість за допомогою відповідних коефіцієнтів перераховували до групи великого віком 4–8 років. Для цього для дрібного підросту застосовували коефіцієнт 0,5, для середнього – 0,8. Для переведення сходів (рослин до 1 року) до групи 4–8 років використовували коефіцієнт 0,2; 2–3-річного підросту – 0,7; підросту віком 9 років і більше – 1,6. Після відповідних розрахунків одержували кількість підросту в перерахунку на великий підріст віком 4–8 років. Якщо кількість благонадійного підросту у віці 4–8 років становила понад 6,0 тис. шт.га⁻¹, а його трапляння понад 65 %, то вважали, що успішність відновлення відповідає категорії «добре»; у діапазоні від

3,0 до 6,0 тис. шт.·га⁻¹ (трапляння 40–65 %) – «задовільне»; від 1,5 до 2,9 тис. шт.·га⁻¹ (трапляння 20–39 %) – «недостатнє»; менше за 1,4 тис. шт.·га⁻¹ (трапляння менше ніж 20 %) – «погане».

Вибірki результатів обліків підросту обраховували методами варіаційної статистики з використанням пакету програм Microsoft Excel. Рівень мінливості показника кількості благонадійного підросту господарсько цінних порід оцінювали за шкалою С. О. Мамаєва (Мамаєв 1972). Для цього розраховували коефіцієнт варіації (CV , %), що виражає стандартне відхилення показника відносно середнього значення (Watson 1969). Відповідно до шкали С. О. Мамаєва виділено такі рівні мінливості відповідних показників: дуже низький ($CV < 7$ %), низький ($CV = 8–12$ %), середній ($CV = 13–20$ %), підвищений ($CV = 21–30$ %), високий ($CV = 31–40$ %), дуже високий ($CV > 40$ %).

Оцінювання успішності плодоношення в досліджуваних дубових насадженнях за один-два роки до рубки здійснювали працівники лісогосподарських підприємств окомірно в балах за шкалою В. Г. Каппера (Pasternak 1990).

Результати та обговорення. Досліджувані дубові насадження за матеріалами ДП «Тростянецьке ЛГ», ДП «Охтирське ЛГ» і ДП «Краснопільське ЛГ» за один-два роки до рубки (у 2016 і 2017 рр.) характеризувалися дуже слабким і слабким плодоношенням дуба (1 і 2 бали відповідно) (Pasternak 1990). Це значною мірою вплинуло на наявність природного поновлення дуба звичайного.

У регіоні досліджень в умовах свіжих дібров у міжряддях лісових культур, створених на зрубках, з'являється достатня кількість насінневих екземплярів поновлення головних і супутніх порід. Так, на ділянках 1–3-річних незімкнених лісових культур дуба в умовах свіжої кленово-липової діброви кількість благонадійного поновлення господарсько цінних порід становила 3,1–15,3 тис. шт.·га⁻¹, зокрема дуба – 0,2–1,2 тис. шт.·га⁻¹ і ясена – 0,5–6,0 тис. шт.·га⁻¹ (табл. 2).

Таблиця 2

Кількість і склад природного поновлення на ділянках 1–3-річних незімкнених лісових культур дуба

Table 2

Number and species composition of natural regeneration on the plots of 1–3-year-old open-grown oak forest plantations

№ пробної площі Research plot number	Філія лісового господарства Branch of Forest Enterprise	Лісництво Forestry	Квартал/ виділ Subcom-partment	Природне поновлення/Natural regeneration	
				Кількість, тис. шт.·га ⁻¹ Number, thousands stems·ha ⁻¹	Склад, % Composition, %
Незімкнені культури дуба віком 1 рік / Open-growing oak forest plantations aged 1 year					
T-10	Тростянецьке ЛГ	Маківське	50/5	15,3	39Яз33Клг10Клп8Дз6Лпд4Взш
T-11		Нескучанське	60/12	14,5	39Яз32Клг14Клп10Взш5Дз
O-6	Охтирське ЛГ	Олешнянське	85/5	8,5	61Клг16Клп13Яз7Взш2Дз1Лпд
K-7	Краснопільське ЛГ	Новодмитрівське	5/6	8,4	35Яз32Клг11Клп9Взш8Дз5Лпд
Незімкнені культури дуба віком 2 роки / Open-growing oak forest plantations aged 2 years					
T-8	Тростянецьке ЛГ	Маківське	52/1	9,8	40Клг22Клп20Яз9Взш8Дз1Лпд
T-9		Нескучанське	11/1	10,3	53Клг19Яз7Клп13Взш5Дз3Лпд
O-4	Охтирське ЛГ	Олешнянське	85/1	4,0	40Яз30Клг20Клп7Дз3Лпд
K-5	Краснопільське ЛГ	Новодмитрівське	6/12	5,5	32Клг24Яз19Клп14Взш9Дз2Лпд
Незімкнені культури дуба віком 3 роки / Open-growing oak forest plantations aged 3 years					
T-6	Тростянецьке ЛГ	Маківське	54/18	7,5	42Клп26Клг20Взш7Яз5Дз
T-7		Нескучанське	60/12	8,4	36Яз26Клг23Клп7Дз6Взш2Лпд
O-5	Охтирське ЛГ	Олешнянське	73/8	3,1	40Яз36Клг15Взш7Дз2Лпд
K-6	Краснопільське ЛГ	Великобобрицьке	31/19	4,4	36Клг32Взш16Клп11Яз5Дз

Примітка. ВЗш – в'яз шорсткий (*Ulmus glabra* Huds.), Дз – дуб звичайний (*Quercus robur* L.), Клг – клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), Клп – клен польовий (*Acer campestre* L.), Лпд – липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.), Яз – ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.).

Note. ВЗш – Scots elm (*Ulmus glabra* Huds.), 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.).

Значна частина поновлення знаходилася неподалік стін лісу, що оточують зруб. Наявний підріст деревних порід посередині ділянок походить від попереднього та супутнього відновлення. Це поновлення потрібно враховувати, формуючи склад і структуру майбутніх насаджень.

Незначна кількість природного поновлення дуба, як зазначено вище, пов'язана з дуже слабким і слабким плодоношенням материнських деревостанів за рік і в рік їхньої рубки. Проте за результатами попередніх досліджень у лісостеповій частині Харківської (ДП «Харківська ЛНДС») і Сумської (філія «Тростянецьке ЛГ» ДП «Ліси України») областей В. П. Ткачем та ін. (Tkach et al. 2015) виявлено, що в роки з добрим плодоношенням (бал плодоношення дуба – 4 і вище) природним шляхом дуб добре відновлюється, а в міжряддях лісових культур (особливо на ділянках, що межують зі стіною лісу) його кількість становила до 11 тис. шт. га⁻¹. Достатню кількість ясена обліковано лише на тих ділянках незімкнених лісових культур, де у складі материнських деревостанів до рубки участь ясена становила 2–3 одиниці. Незначну кількість природного поновлення дуба на зрубках і ділянках незімкнених лісових культур різного віку після років слабких урожаїв жолудів дуба обліковано також в умовах свіжих грабових дібров Правобережного Лісостепу України (Megalinskiy 1965, Bondar 2004, Levchenko 2014, Sendonin 2015). Проте в цих умовах успішно відновлюються інші породи, зокрема, граб звичайний, клен гостролистий, ясен звичайний та інші. Тому констатуємо, що визначальним фактором успішного природного відновлення дуба є його рясне плодоношення (бал плодоношення 3 і вище) у рік рубки, а також за один–два роки до неї.

Більшу кількість поновлення дуба виявлено на ділянках, де у складі материнського насадження участь дуба становила 7–8 одиниць (рис. 1), а ясена – 2–3 одиниці. На ділянках, де у складі материнського насадження до рубки участь дуба становила 6 одиниць, кількість поновлення дуба була меншою в середньому на 56 %, а на ділянках з участю дуба 9–10 одиниць – на 44–67 % проти насаджень, де участь дуба у складі материнського насадження до рубки становила 7–8 одиниць.

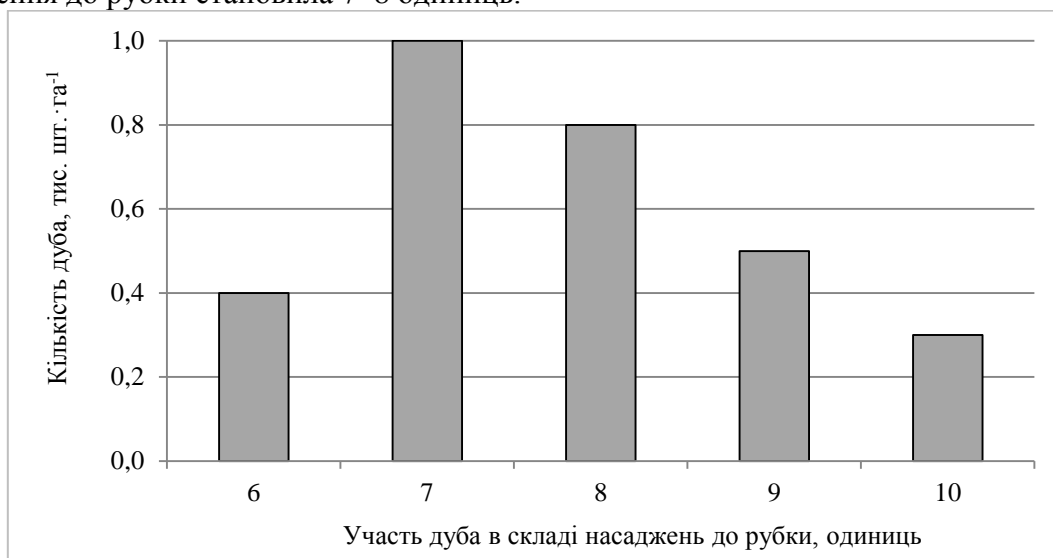


Рис. 1 – Розподіл кількості поновлення дуба залежно від участі дуба у складі материнських насаджень до рубки

Fig. 1 – Distribution of number of oak natural regeneration depending on the part of oak in the composition of mother stands before felling

Кількість поновлення ясена виявилася найбільшою в насадженнях, де участь ясена у складі материнських насаджень до рубки становила 2–3 одиниці. Кількість поновлення ясена була більшою в середньому на 30 % проти насаджень, де участь ясена в складі насаджень до рубки становила до 1 одиниці (див. табл. 1). Цю закономірність необхідно

враховувати, відбираючи ділянки дубових насаджень у рубку з орієнтуванням їх на природне відновлення у майбутньому.

У складі поновлення загалом обліковано шість деревних порід: дуб звичайний, ясен звичайний, клени гостролистий і польовий, липа дрібнолиста та в'яз шорсткий.

Кількість природного поновлення дуба звичайного становила 0,2–1,2 тис. шт.·га⁻¹, участь у складі поновлення – 2–9 % від загальної кількості; ясена звичайного – 0,5–6,0 тис. шт.·га⁻¹ (7–40 %); клена гостролистого – 1,1–5,5 тис. шт.·га⁻¹ (26–61 %); клена польового – 0,7–3,2 тис. шт.·га⁻¹ (7–42 %); липи дрібнолистої – 0,1–0,9 тис. шт.·га⁻¹ (1–6 %); в'яза шорсткого – 0,5–1,5 тис. шт.·га⁻¹ (4–32 %) (див. табл. 2, 3).

Таблиця 3

Кількість (тис. шт.·га⁻¹) благонадійного підросту господарсько цінних порід на ділянках 1–3-річних незімкнених лісових культур

Table 3

Number (thousands stems·ha⁻¹) of the viable seedlings of economically valuable species on plots of 1–3-year-old open-growing oak forest plantations

Статистичні показники Statistical parameters	Господарсько цінні породи в складі поновлення Economically valuable species in the composition of natural regeneration					
	Дз Oak	Яз Ash	Клг N-Maple	Клп F-Maple	Лпд Lime	Взш Elm
Незімкнені культури дуба віком 1 рік Open-growing oak forest plantations aged 1 year						
Мінімальне значення (<i>Minimum</i>)	0,2	1,1	2,7	0,9	0,1	0,6
Максимальне значення (<i>Maximum</i>)	1,2	6,0	5,2	2,0	0,9	1,5
Середнє значення (<i>Average</i>)	0,7	3,9	4,4	1,5	0,4	0,9
Стандартна похибка (<i>Standard error</i>)	0,41	2,34	1,14	0,45	0,40	0,43
Коефіцієнт варіації, % (<i>Coefficient of variation, %</i>)	58	60	26	31	115	49
Незімкнені культури дуба віком 2 роки Open oak-growing forest plantations aged 2 years						
Мінімальне значення (<i>Minimum</i>)	0,3	1,3	1,2	0,7	0,1	0,8
Максимальне значення (<i>Maximum</i>)	0,8	2,0	5,5	2,2	0,3	1,3
Середнє значення (<i>Average</i>)	0,5	1,7	3,1	1,2	0,2	1,0
Стандартна похибка (<i>Standard error</i>)	0,21	0,34	1,97	0,69	0,10	0,26
Коефіцієнт варіації, % (<i>Coefficient of variation, %</i>)	39	20	64	59	67	26
Незімкнені культури дуба віком 3 роки Open-growing oak forest plantations aged 3 years						
Мінімальне значення (<i>Minimum</i>)	0,2	0,5	1,1	0,7	0,1	0,5
Максимальне значення (<i>Maximum</i>)	0,6	3,0	2,2	3,2	0,2	1,4
Середнє значення (<i>Average</i>)	0,4	1,3	1,7	1,9	0,2	1,0
Стандартна похибка (<i>Standard error</i>)	0,19	1,18	0,49	1,25	0,07	0,52
Коефіцієнт варіації, % (<i>Coefficient of variation, %</i>)	55	91	28	65	47	55

Примітка. Дз – дуб звичайний (*Quercus robur* L.), Яз – ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), Клг – клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), Клп – клен польовий (*Acer campestre* L.), Лпд – липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.), Взш – в'яз шорсткий (*Ulmus glabra* Huds.).

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

Виявлено, що рівень мінливості кількості благонадійного підросту дуба звичайного за шкалою С. О. Мамаєва (Мамаєв 1972) на ділянках одно- і трирічних незімкнених культур характеризувався як дуже високий (*cv* = 58 % і 55 %) та високий (*cv* = 39 %) на ділянках дворічних культур; ясена – як дуже високий (*cv* = 60 % і 91 %) на ділянках одно- і трирічних культур та середній (*cv* = 20 %) на ділянках дворічних культур; клена гостролистого – як дуже високий (*cv* = 64 %) на ділянках дворічних культур та підвищений (*cv* = 26 % і 28 %) на ділянках одно- і трирічних культур; клена польового – як дуже високий (*cv* = 59 % і 65 %) на ділянках дво- і трирічних культур та високий (*cv* = 31 %) на ділянках однорічних культур;

липи – як дуже високий ($cv = 115 \%$, 67% і 47%) на ділянках одно-, дво- і трирічних культур відповідно; в'яза – як дуже високий ($cv = 49 \%$ і 55%) на ділянках одно- і трирічних культур та підвищений ($cv = 26 \%$) на ділянках дворічних культур (див. табл. 2).

Під час аналізу динаміки загальної кількості природного поновлення деревних порід привертає увагу поступове зменшення його кількості на ділянках лісових культур у міру збільшення віку зрубів. Так, у середньому загальна кількість підросту є меншою на ділянках дворічних культур на 37% , а на трирічних – на 50% , зокрема дуба на 29% і 43% та ясена на 56% і 67% відповідно (рис. 2). Це зумовлене проведенням догляду за культурами у міжряддях, внаслідок чого значну частину підросту вирубають, тому потрібно якомога ретельніше проводити ці догляди, щоб зберегти більше підросту, зокрема головних порід – дуба та ясена.

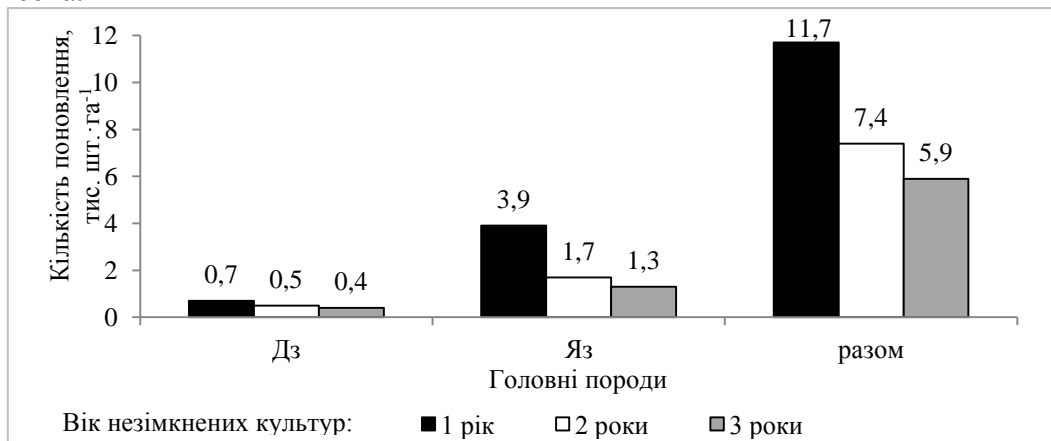


Рис. 2 – Динаміка кількості поновлення господарсько цінних порід на ділянках 1–3-річних незімкнених лісових культур дуба. Дз – дуб звичайний (*Quercus robur* L.), Яз – ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.)

Fig. 2 – Dynamics of number of natural regeneration of the economically valuable species on plots of 1–3-year-old open-growing oak forest plantations. Дз – English oak (*Quercus robur* L.), Яз – common ash (*Fraxinus excelsior* L.)

Доволі значна кількість другорядних порід (клена польового, в'яза шорсткого), а також загущені куртини ясена звичайного, клена гостролистого переважно порослевого походження можуть призвести до зміни головної породи. Тому під час проведення суцільних рубок більшої уваги заслуговує збереження рослин, що походять від попереднього (за його наявності) відновлення.

Під час оцінювання успішності природного відновлення окрім кількості підросту обов'язково враховують його розподіл за віком і висотою, а також рівномірність розміщення на площі, що характеризує показник трапляння.

Природне поновлення дуба звичайного на ділянках 1–3-річних незімкнених культур презентоване переважно сходами (рослини до одного року життя) та 2–3-річним підростом, частка яких становила $92\text{--}100 \%$ та $3\text{--}8 \%$ від загальної кількості відповідно, а ясена – сходами ($90\text{--}100 \%$), 2–3-річним підростом ($3\text{--}8 \%$) і в незначній кількості (до 2% , або до $0,1$ тис. шт. · га⁻¹) – 4–8-річним підростом на ділянках трирічних культур. Поновлення інших порід переважно представлено рослинами віком 2–3 роки і більше, що походили від попереднього відновлення, а меншою мірою – сходами (табл. 4).

Серед поновлення клена гостролистого, липи та в'яза виявлено навіть рослини віком понад 9 років, проте їхня кількість була незначною.

Підріст дуба звичайного, липи дрібнолистої та в'яза шорсткого характеризувався груповим розміщенням на площі (трапляння – до 40%). Підріст ясена звичайного та кленів гостролистого й польового на ділянках 1–2-річних культур здебільшого характеризувався рівномірним розміщенням на площі (трапляння – понад 65%), а на ділянках 3-річних культур – нерівномірним (трапляння – $40\text{--}65 \%$) або рівномірним розміщенням.

За висотою дуб звичайний на ділянках 1–3-річних культур був представлений лише дрібним (заввишки до 0,5 м) і середнім (заввишки 0,6–1,5 м) підростом, частка яких становила 92–100 % та 3–8 % від загальної кількості відповідно, а інші породи в складі поновлення – всіма віковими групами (табл. 5).

Таблиця 4

Вікова структура природного поновлення господарсько цінних порід та його трапляння на ділянках 1–3-річних незімкнених лісових культур

Table 4

The age structure of the natural regeneration of economically valuable species and its abundance on plots of 1–3-year-old open-growing oak forest plantations

Господарсько цінні породи Economically valuable species*	Кількість поновлення, тис. шт.·га ⁻¹ ** Number of the natural regeneration, thousands stems·ha ⁻¹ **	Варіювання кількості поновлення за групами віку, тис. шт.·га ⁻¹ Variation in the number of natural regeneration by age groups, thousands stems·ha ⁻¹				Трапляння, %** Abundance, %**
		≤ 1 рік ≤ 1 year	2–3 роки 2–3 years	4–8 років 4–8 years	≥ 9 років ≥ 9 years	
Незімкнені культури дуба віком 1 рік Open-growing oak forest plantations aged 1 year						
Дз	0,2–1,2/0,7	0,2–0,7	0,1–0,5	–	–	12–45/29
Яз	1,1–6,0/3,9	0,9–3,3	0,1–3,1	–	–	48–100/82
Клг	2,7–5,2/4,4	0,3–3,1	1,8–3,9	0,1–0,3	0,2–0,5	87–100/97
Клп	0,9–2,0/1,5	0,1–0,8	0,7–1,5	0,1	–	60–78/68
Лпд	0,1–0,9/0,4	≤ 0,1	0,2–0,4	0,1–0,8	–	9–36/24
Взш	0,6–1,5/0,9	0,1–0,5	0,5–1,1	≤ 0,1	–	30–57/44
Незімкнені культури дуба віком 2 роки Open-growing oak forest plantations aged 2 years						
Дз	0,3–0,8/0,5	0,3–0,6	0,2–0,3	–	–	15–36/26
Яз	1,3–2,0/1,7	0,2–0,7	0,8–1,6	≤ 0,1	–	57–78/66
Клг	1,2–5,5/3,1	0,1–1,3	0,5–4,5	0,2–0,5	–	60–96/80
Клп	0,7–2,2/1,2	0,1–0,2	0,6–2,0	0,1	–	30–84/56
Лпд	0,1–0,3/0,2	0,1	0,2	0,1–0,2	–	6–18/10
Взш	0,8–1,3/1,0	0,1	0,8–1,2	≤ 0,1	–	30–54/38
Незімкнені культури дуба віком 3 роки Open-growing oak forest plantations aged 3 years						
Дз	0,2–0,6/0,4	0,1–0,4	0,1–0,3	–	–	9–30/19
Яз	0,5–3,0/1,3	0,1–0,7	0,2–2,2	0,1	–	27–78/44
Клг	1,1–2,2/1,7	0,2–0,5	1,0–1,6	0,2–0,4	–	54–75/68
Клп	0,7–3,2/1,9	0,1	0,4–3,2	0,1–0,2	–	51–75/64
Лпд	0,1–0,2/0,2	0,1	0,1	0,1	0,1–0,5	6–12/9
Взш	0,5–1,4/1,0	0,2	0,3–1,1	0,3–0,4	0,1	18–66/36

*Дз – дуб звичайний (*Quercus robur* L.), Яз – ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), Клг – клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), Клп – клен польовий (*Acer campestre* L.), Лпд – липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.), Взш – в'яз шорсткий (*Ulmus glabra* Huds.).

**Чисельник – min–max; знаменник – середнє.

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

**Numerator – min–max; denominator – average.

Зі збільшенням віку відбувалася значна диференціація підросту деревних порід за висотою. Інтенсивність росту підросту визначається як біологічними особливостями видів, так і лісорослинними умовами, густотою, ступенем освітленості зрубів тощо. Тому підріст одних деревних видів відзначається високою інтенсивністю росту, а інших – низькою. Аналіз структури відновлення за висотою (рис. 3) свідчить, що на ділянках одно- і дворічних культур переважав дрібний підріст – 70 та 51 % від загальної кількості відповідно. На ділянках трирічних культур переважав уже середній підріст (43 %), а частка дрібного суттєво

зменшилася, порівнюючи з однорічними культурами. Подібну тенденцію також відзначено В. П. Ткачем та ін. (Tkach et al. 2015) для лісостепової частини Харківської області.

За успішністю відновлення за шкалою УкрНДЛГА (Pasternak 1990) на всіх ділянках незімкнених лісових культур віком 1–3 роки характеризувалося як «погане» (кількість благонадійного підросту дуба – головної лісоутворювальної породи у перерахуванні до категорії «великий 4–8-річний підріст» не перевищувала 1,4 тис. шт.·га⁻¹).

Таблиця 5

Розподіл природного поновлення господарсько цінних порід за групами висот на ділянках 1–3-річних незімкнених лісових культур

Table 5

Distribution of number of natural regeneration of the economically valuable species by height groups on plots of 1–3-year-old open-growing oak forest plantations

Господарсько цінні породи Economically valuable species	Кількість поновлення, тис. шт.·га ⁻¹ * Number of the natural regeneration, thousands stems·ha ⁻¹ *	Варіювання кількості поновлення за групами висот, тис. шт.·га ⁻¹ , Variation in the number of natural regeneration by height groups, thousands stems·ha ⁻¹		
		≤ 0,5 м ≤ 0.5 m	0,6–1,5 м 0,6–1,5 m	≥ 1,6 м ≥ 1,6 m
Незімкнені культури дуба віком 1 рік Open-growing oak forest plantations aged 1 year				
Дз	0,2–1,2/0,7	0,2–1,1	0,1	–
Яз	1,1–6,0/3,9	1,0–5,3	0,1–0,5	0,1
КЛг	2,7–5,2/4,4	2,2–4,8	0,3–1,9	0,1–0,6
КЛп	0,9–2,0/1,5	0,9–1,8	0,1–0,3	≤ 0,1
ЛПд	0,1–0,9/0,4	0,1	0,3–0,7	0,1–0,2
Взш	0,6–1,5/0,9	0,1–0,6	0,2–1,0	0,1
Незімкнені культури дуба віком 2 роки Open-growing oak forest plantations aged 2 years				
Дз	0,3–0,8/0,5	0,3–0,7	0,1	–
Яз	1,3–2,0/1,7	1,1–1,7	0,1–0,4	0,1
КЛг	1,2–5,5/3,1	0,1–2,2	0,1–2,3	0,9–1,0
КЛп	0,7–2,2/1,2	0,1–1,3	0,2–0,9	0,2
ЛПд	0,1–0,3/0,2	0,1	0,1	0,1–0,3
Взш	0,8–1,3/1,0	0,2–0,7	0,1–1,0	0,1
Незімкнені культури дуба віком 3 роки Open-growing oak forest plantations aged 3 years				
Дз	0,2–0,6/0,4	0,1–0,5	0,1	–
Яз	0,5–3,0/1,3	0,4–2,2	0,1–0,7	0,1
КЛг	1,1–2,2/1,7	0,2–0,8	0,4–1,5	0,3–0,5
КЛп	0,7–3,2/1,9	0,3–1,9	0,1–1,3	0,1–0,6
ЛПд	0,1–0,2/0,2	–	0,1–0,2	–
Взш	0,5–1,4/1,0	0,1–0,3	0,1–0,9	0,1–0,9

Примітка. Чисельник – min–max; знаменник – average.

Note. Numerator – min–max; denominator – average.

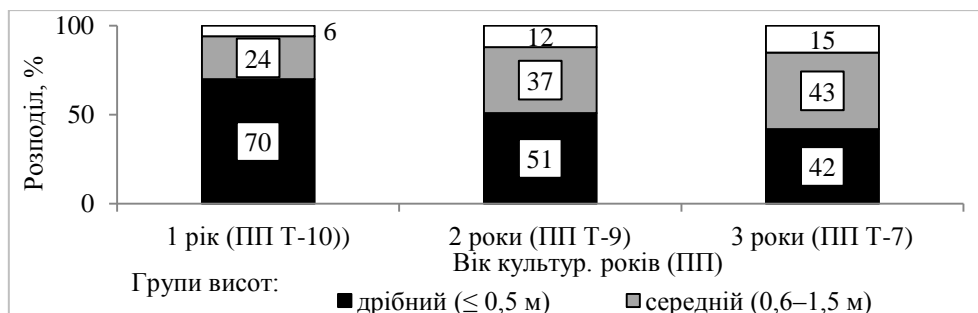


Рис. 3 – Розподіл кількості поновлення господарсько цінних порід за висотою на ділянках 1–3-річних незімкнених лісових культур

Fig. 3 – Distribution of number of natural regeneration of the economically valuable species by height on plots of 1–3-year-old open-growing oak forest plantations

Таким чином, за ширини міжрядь створених культур (4 м) і наявності незначної кількості насінневих екземплярів головних порід в умовах свіжої кленово-липової діброви лісостепової частини Сумської області доцільним є проведення лісівничих доглядів у незімкнених культурах і перших освітлень після їхнього змикання селективним способом із максимальним збереженням дуба та інших цінних порід (ясена звичайного, липи дрібнолистої). Це сприятиме формуванню насаджень відповідного складу з певною участю рослин природного насінневого походження.

Висновки. У роки з дуже слабким плодоношенням (бал 1) дуб звичайний незадовільно відновлюється природним шляхом у міжряддях лісових культур. Кількість його поновлення становила до 1,2 тис. шт.·га⁻¹ і була найбільшою на ділянках, де участь дуба у складі материнських насаджень до рубки становила 7–8 одиниць. Водночас за наявності у складі першого ярусу материнського насадження ясена (2–3 одиниці) кількість його підросту становила до 6,0 тис. шт.·га⁻¹. Це природне поновлення необхідно враховувати під час проведення в майбутньому відповідних лісівничих заходів у незімкнених лісових культурах і рубок догляду в зімкнених насадженнях.

Наявний після проведення суцільних рубок підріст, зокрема дуба та ясена, особливості його розподілу за групами висот і віку, а також характер його розміщення на площі доцільно враховувати під час вибору способу відновлення дубових насаджень.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Bondar, A. O. 2004. Regeneration of wood plants on cutting. Scientific Bulletin of UNFU, 14(6): 154–165 (in Ukrainian).
- Chygrynets, V. P., Rumyantsev, M. G., Solodovnik, V. A., Buksha, M. I. 2016. Features of forming and regeneration for oak stands in a fresh maple-lime oak forest in the Left-Bank Forest Steppe. Scientific Bulletin of UNFU, 26(5): 177–182 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/40260527>
- Didenko, M. M. 2018. Natural seed regeneration of European oak in the southern part of the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine. PhD dissertation. Kharkiv, 220 p. (in Ukrainian).
- Govedar, Z., Kanjevac, B., Babic, V., Martac, N., Racic, M., Velkovski, N. 2021. Competition between sessile oak seedlings and competing vegetation under a shelterwood. Agriculture and Forestry, 67(4): 61–70. <https://doi.org/10.17707/AgricultureForestry.67.4.06>
- Kanjevac, B., Krstic, M., Babic, V., Govedar, Z. 2021. Regeneration dynamics and development of seedlings in sessile oak forests in relation to the light availability and competing vegetation. Forests, 12(4): 1–15. <https://doi.org/10.3390/f12040384>
- Levchenko, V. V. 2014. Perspectives of use of natural regeneration in oak forests in the Forest-Steppe zone on Right bank of Dnieper. Scientific Bulletin of NULES of Ukraine, 198(1): 58–62 (in Ukrainian).
- Ligot, G., Balandier, P., Fayolle, A., Lejeune, P., Claessens, H. 2013. Height competition between *Quercus petraea* and *Fagus sylvatica* natural regeneration in mixed and uneven-aged stands. Forest Ecology and Management, 304: 391–398. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.05.050>
- Löf, M. 2000. Establishment and growth in seedlings of *Fagus sylvatica* and *Quercus robur*: Influence of interference from herbaceous vegetation. Canadian Journal of Forest Research, 30(6): 855–864. <https://doi.org/10.1139/x99-257>
- Mamaev, S. A. 1972. Forms of intraspecific variability of tree species. Moscow, Nauka, 283 p. (in Russian).
- Megalinskiy, P. M. 1965. Natural regeneration and increasing production of stands. In: Davydov, V. (Ed.). Ways to improve forest productivity. Kyiv, Urozhay, p. 40–45 (in Russian).
- Mölder, A., Sennhenn-Reulen, H., Fischer, C., Rumpf, H., Schönfelder, E., Stockmann, J., Nagel, R. V. 2019. Success factors for high-quality oak forest (*Quercus robur*, *Q. petraea*) regeneration. Forest Ecosystems, 6(1): 1–17. <https://doi.org/10.1186/s40663-019-0206-y>
- Pasternak, P. S. 1990. Reference book of forester. Kyiv, Urozhay, 296 p. (in Ukrainian).
- Rumiantsev, M. G. 2017. Features of natural regeneration of the main forest forming species in oak forests in the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine. PhD dissertation. Kharkiv, 179 p. (in Ukrainian).
- Rumiantsev, M., Luk'yanets, V., Musienko, S., Mostepaniuk, A., Obolonyk, I. 2018. Main problems in natural seed regeneration of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) stands in Ukraine. Forestry Studies, 69: 7–23. <https://doi.org/10.2478/fsmu-2018-0008>
- Sendonin, S. E. 2015. Age dynamics of natural oak reforestation amount under the ripening plantations shelter. Scientific Herald of NULES of Ukraine. Series: Forestry and Decorative Gardening, 216(1): 72–77 (in Ukrainian).

Tkach, V., Bondar, O., Rumiantsev, M. 2020. Pedunculate oak stands in the catchments of the river Vorskla's tributaries. *Folia Oecologica*, 47 (1): 70–80. <https://doi.org/10.2478/foecol-2020-0009>

Tkach, V. P., Rumyantsev, M. G., Chygrynets, V. P., Luk'yanets, V. A., Kobets, O. V. 2015. Features of natural seed regeneration in fresh maplelime oak forest in the Left-bank Forest-Steppe. *Forestry and Forest Melioration*, 127: 43–52 (in Ukrainian).

Tkach, V., Rumiantsev, M., Kobets, O., Luk'yanets, V., Musienko, S. 2019. Ukrainian plain oak forests and their natural regeneration. *Forestry Studies*, 71: 17–29. <https://doi.org/10.2478/fsmu-2019-0010>

Tkach, V. P., Rumiantsev, M. H., Luk'yanets, V. A., 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: 20–27 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.139.2021.20>

Tkach, V. P., Rumiantsev, M. H., Luk'yanets, V. A., Lunachevskyi, L. S., Chyhrynets, V. P., Samodai, V. P. 2017. Oak forest stands in the north-east of Ukraine and features of their natural regeneration. *Forestry and Forest Melioration*, 130: 77–85 (in Ukrainian).

Watson, G. 1969. Scientific method in analysis of sediments. *Technometrics*, 11(2): 406. <https://doi.org/10.1080/00401706.1969.10490701>

Rumiantsev M. H.

FEATURES OF THE FURTHER NATURAL REGENERATION IN THE OAK STANDS IN SUMY REGION

Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

The natural regeneration of English oak (*Quercus robur* L.) and other economically valuable species was investigated in 1–3-year-old open-grown oak stands. The sample plots were established in the conditions in fresh maple-lime oak forest in Sumy region in the forests managed by Krasnopillia Forestry, Okhtyrka Forestry, and Trostyanets Forestry branches of the State Specialized Forest Enterprise “Forests of Ukraine”. The study was conducted in 2018–2020. Quantitative characteristics of the advance growth of economically valuable species were determined and its distribution by height and age groups was estimated. The placement of the advance growth (abundance) was also assessed on the plots of 1–3-year-old open-grown forest stands. It was established that the largest amount of advance growth of economically valuable species including oak and ash is concentrated in the plots of one-year plantations compared to the plots of two- and three-year stands. The findings should be taken into account in the future when choosing a method for oak stand regeneration.

Key words: English oak (*Quercus robur* L.), economically valuable species, advance growth, cutting sites, abundance.

E-mail: maxrum-89@ukr.net

Одержано редколегією 11.08.2023

СЕЛЕКЦІЯ, ДЕНДРОЛОГІЯ

УДК 630.165.6



<https://doi.org/10.33220/1026-3365.143.2023.50>

**I. B. ZHADAN¹, S. A. LOS¹, L. O. TOROSOVA¹, O. M. PLOTNIKOVA¹,
V. G. GRYGORYEVA²**

APPLICATION OF GIS TECHNOLOGIES FOR ACCOUNTING PLUS TREES

¹*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky*

²*State Enterprise “Kharkiv Forest Research Station”*

The article presents the results of one of the work stages to create a database of tree improvement units of forest species in Ukraine. The stage concerns the accounting of plus trees. The study aimed to improve the ordering of the information on plus trees, their accounting, survey, and use as tree improvement units. The improvement was made using free software (Python, JavaScript) and a relational PostgreSQL database with the PostGIS module. Based on the methodology of plus trees database development, instructions for using the software were compiled. A webpage that displays information on plus trees, including their location on subcompartments was created. The webpage provides also summary information on plus trees in a certain Forest Enterprise or region, upon request. At present, the database contains information on plus trees in seven regions (Kharkiv, Poltava, Sumy, Dnipro, Zaporizhzhia, Luhansk, and Donetsk), which is about 25% of the country's plus tree stock.

Key words: forest genetic resources, database, portal, webpage, tree improvement units.

Introduction. The source base for the seed orchards' creation are plus trees, the selection of which in natural and artificial stands was started in the 40s of the last century in Sweden (Romeder & Shenbakh 1962). Nowadays, the use of reproductive material of plus trees has become an integral part of forest seed production in many countries of the world (Baliuckas 2004, Rosvall et al. 2011, Nakada 2022).

In Ukraine, works on the selection, propagation, and testing of plus trees began in the 1950s under the leadership of S. S. Piatnitskyi and became widespread in the early 1970s. At that time, scientists of the tree improvement laboratory and research branches of Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration (URIFFM), together with employees of forestry enterprises, selected about four thousand plus trees of 34 species (Davydova 1967, Piatnytskyi 1967, Molotkov et al. 1982). Later, when implementing the Forestry Seed Production Development Programme for 2010-2015, additional selection of plus trees was carried out (Los et al. 2015). Currently, about 5,000 plus trees are registered by the Ukrainian Forest Seed Centre (UFSC).

Nowadays, an area of forest genetic resources (FGR) conservation activity is the systematization of information on gene pool conservation units in electronic databases. At the same time, it should be noted that the existing international databases mainly relate only to units represented by populations (stands), which are visualized as polygons on the map. For example, one of the first computerized information systems on forest tree improvement units was created in Denmark in 1974. Later, Norway, Sweden, and Finland implemented the Danish system, and in early 1979, a joint Scandinavian research project was launched to develop and coordinate Nordic forest tree improvement information systems (Ditlevsen 1979). Currently, in Europe, the EUFGIS (the European Information System on Forest Genetic Resources) (EUFGIS 2023) under the auspices of EUFORGEN (European Forest Genetic Resources Programme) (EUFORGEN 2023), in which Ukraine also participates, serves as a documentation platform linking national forest genetic resources (FGR) inventories (Neyko et al. 2019). This information system provides cartographic information on the conservation of forest genetic resources in Europe and access to detailed data on genetic conservation units of forest tree species in different countries. However, in this case, we are talking only about forest stands or areas where populations of tree species with a national conservation status are concentrated. Equally important is to process information for plus trees, which are represented on the map by a point with fixed geographical coordinates.

Starting from the first years of plus tree selection, schematic plans of tree location on the subcompartment were provided when preparing the documentation (Passport of Plus Tree). In the

last century, such schemes were made by hand. The plan should have indicated the distance to the plus trees from the distance post and/or fire break, but unfortunately, some plans do not contain such information. As an example, we demonstrate a scheme of the location of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) plus trees in compartment 94 in the Vovchansk State Forest Enterprise (Fig. 1, a).



Fig. 1 – Examples of plus trees location plans (Compartment 94 of Khotimlyanske forestry in Vovchansk State Forest Enterprise): a – in the “Passport of Plus Trees No. 6 – 10” (selected in 1973), b – in the “Passport of Plus Trees No. 128, 129” (selected in 2017), c, d - in the GoogleEarth

In some cases, when the trees were located at a significant distance from the specified benchmark points, mistakes were made and it took a long time to find such a tree in the field. Schemes were drawn up mainly for each plus tree separately, even when there were several in the subcompartment. At the same time, the location relative to other plus trees was not always taken into consideration. The geographical coordinates of the trees were not indicated in the Passports, because at that time there were no devices for their precise determination. With the advent of GPS navigators capable of receiving satellite signals under the crowns of trees, it became possible to determine the coordinates of plus trees. In 2000–2005, during the implementation of the international project “Genetic recourses of broadleaf forest tree species in Southeastern Europe” in Ukraine, the geographical coordinates of the vast majority of plus trees of deciduous species were determined, and the first electronic schemes of their location on the territory of the subcompartments were created in the MapInfo software (Voytyuk et al. 2005, Volosyanchuk et al. 2002, 2009, Hayda et al. 2008, Yatsyk et al. 2006, 2008, Los et al. 2007, 2011). In previous years, the absence of reliable and exact information about the plus trees’ location during inventory research caused difficulties of their searching in the stand. Identifying numbers on trees was also sometimes difficult, especially if they had not been renewed for a long time. In some cases, there have been facts of replacing plus trees with other trees.

Later, for the newly selected plus trees, printed schemes of their location, mostly made in MapInfo, were added to the plus tree passports. Fig. 1, b shows the location scheme of the

pedunculate oak plus trees selected in 2017 in the same subcompartment № 94 in the Khotimlyanske forestry in Vovchansk State Forest Enterprise with the refined GPS location of trees No. 8–11 selected in 1973. The exact coordinates also made it possible to put the plus trees on a map of the area in GoogleEarth, which made it easier to find the trees in the field. Figs. 1, c, d show the location of the same trees in the forest area in GoogleEarth.

After the scientists in the Department of New Information Technologies of URIFFM implemented the website Geoportal: Forests of Ukraine, it became technically possible to add information on plus trees and combine data on tree locations and their characteristics in a united electronic database.

The study aimed to improve the organization of information on plus trees, their accounting, survey, and use as improvement units by applying free software (Python, JavaScript) and the PostgreSQL relational database with the PostGIS module.

Materials and Methods. In 2021, as part of the work on creation a database of Ukrainian tree improvement units, one of the work stages was to develop software and methodology for forming the plus trees database and to provide a user manual. In particular, a data schema was created to store both attribute and geographical information on tree improvement units in Ukraine. The schema (Fig. 2) has been added to the *postgres* "geodjango" database (User manual, not published).



Fig. 2 – The general data scheme of tree improvement units (User manual, not published).

When developing the scheme based on information from the Passports of plus trees or the results of inventory studies carried out by researchers from the Department of Tree Improvement, the complex subordinate structure of the units was taken into consideration. As an example, plus trees are located in a plus stand, which is also part of the gen reserve. Therefore, the proposed scheme contains two data tables:

- 1 – for polygonal tree improvement units;
- 2 – for plus trees.

The tables are interconnected by a unique key consisting of the following fields: region code, forest enterprise code, forestry code, compartment number, subcompartment number, type of tree improvement unit code, year of selection/establishment, and tree species. In 2022, Ukraine's forest

management system was reformed. The organizational structure has been changed; in particular, the functions of state forest enterprises are now performed by newly established regional branches.

When entering the data, the codes of the enterprises (regional branches) on whose territory the plus trees are located were determined; this coding corresponds to the generally accepted one in the forest inventory. The scheme also includes several reference tables. In addition, attribute and geographical information of forest inventory are used.

The full functioning of the developed system for plus trees involves printing schemes of the location of the unit, generating summary information and vector files (*kml*, *geojson*) on request, as well as an interactive demonstration of these units on a web page (Fig. 3).

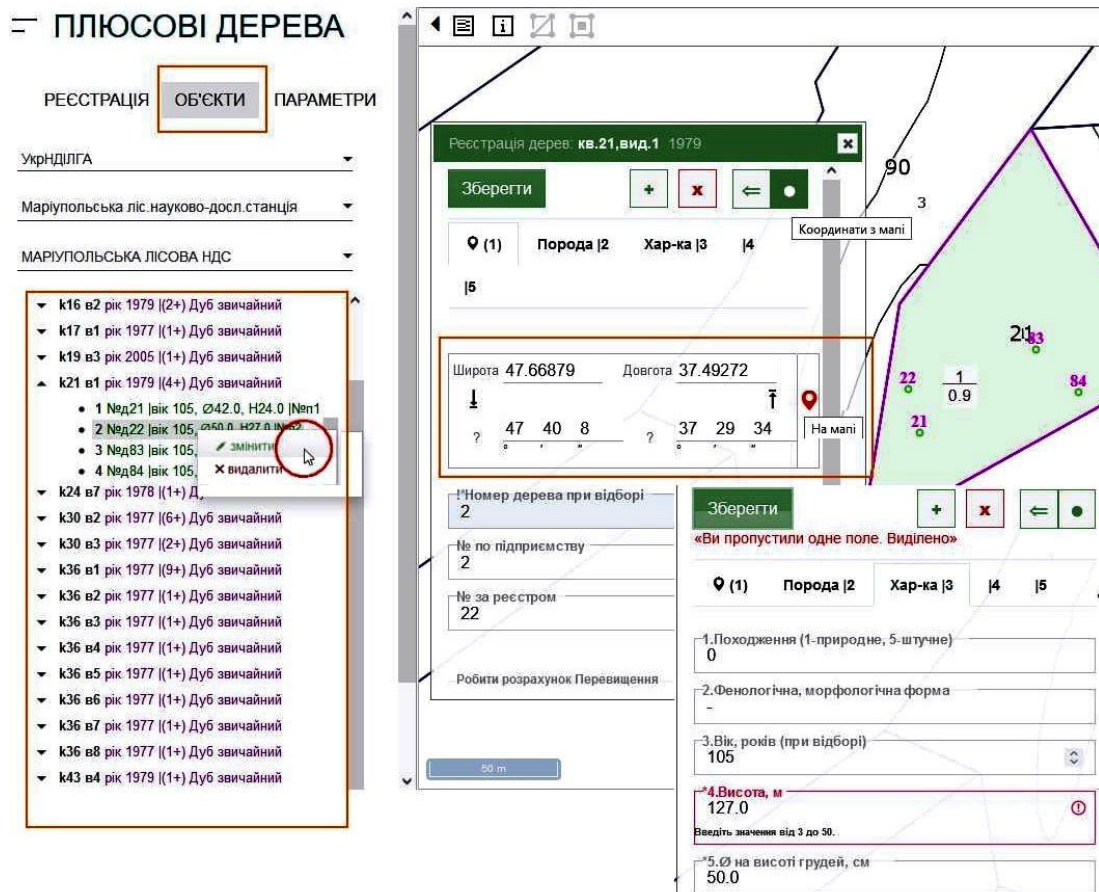


Fig. 3 – An example of the plus tree data entering on the portal page “Plus trees”

Simultaneously with the data entry, the verification algorithms and web page design were modified. An algorithm for converting coordinates to the WGS84 system was used.

In cases where the unit is a single tree within the territory of a subcompartment, information on its geolocation is especially important. Even according to the current requirements (Guidelines for Forest Seed Production 2017), the Passport of a plus tree should be accompanied by a scheme of its location on the territory of the subcompartment with an indication of the distance relative to the compartment network (for plus trees selected before 2010) or geographic coordinates (for plus trees selected after 2010), such information is not always available. In such situations, the work of entering the information about plus trees becomes more complicated and requires additional field research.

The database of plus trees contains the basic information from plus trees' Passports or selection/inventory data from the reports of the Department of Forest Tree Improvement, URIFFM, of previous years, namely the following indicators:

- Species name
- Tree number at the enterprise (regional branch)
- Tree number in the State Register
- Latitude, N degrees
- Longitude, E degrees
- Year of selection
- Age, years (as of the year of selection)
- Total height of the tree, m
- Tree diameter at 1.3 m height, cm
- Trunk volume, m³
- Excess of height over the average indicators of the stand, %
- Excess of diameter over the average indicators of the stand, %
- Height of the knotless part of the trunk, %.
- Crown diameter, m
- Condition, points
- Tree category
- Type of bark

Based on the database of plus trees, a webpage was created, which is a part of the website «Лісові селекційні об'єкти України» (“Forest Tree Improvement Units of Ukraine”).

Results. The proposed database consists of several panels. Thus, the «Реєстрація» (“Registration”) panel contains a form for entering data for subcompartment (Fig. 4), on the territory of which there are plus trees. Before entering data on plus trees that are not included in plus stand, it is necessary first to register the subcompartment for the chosen forestry. To do this, you have to press the “+” button, and the fields “subcompartment”, “area”, and “forest category” will be cleared. After the subcompartment has been registered (by the «зберегти» (“save”) button), it is included in the data hierarchy, and plus trees can be added to it using the context menu. Figure 4 shows an example when the specified subcompartment is not available in the forest inventory database and the program displays a corresponding message. If such a subcompartment exists, the “area” and “forest category” fields are filled in automatically. All attributes are checked when entering into the database. If the entered data fails validation, a line with a corresponding warning appears.

If it is necessary to change the data of an already registered subcompartment, the context menu should be used that appears when you select the subcompartment in the data hierarchy. The menu item «Змінити» (“Edit”) should be selected; for the subcompartment already included in the database, the initial input fields “compartment” and “subcompartment” will be locked; for changing them, you should click the arrow icon (next to the subcompartment number). Correction and deletion of information on plus stands is possible only on the page «Полігональні селекційні об'єкти» (“Polygonal tree improvement units”). For deleting, it is necessary to use the context menu of the registered subcompartment.

Printing a scheme of the plus trees' location is possible by choosing the option «Підготовка до друку» (“Prepare for printing”). For the plus stand, a separate layer of labels is formed for the location numbers of the tree, compartment and subcompartment, and object area on the map. After selecting the appropriate scale, the scheme can be printed (Fig. 5).

The data entry form for plus trees consists of four panels for entering information and a group of command buttons (Fig. 6). The “+” and “x” buttons are used to create a new unit (plus tree) and delete it, respectively. The button «Скидання координат на початок» (“Reset coordinates to the beginning”) is used to cancel the unit movement. If the changes have not been saved, a confirmation message appears when you close the window. To continue working, the changes should be saved or not. Figure 6 shows an example of making changes.

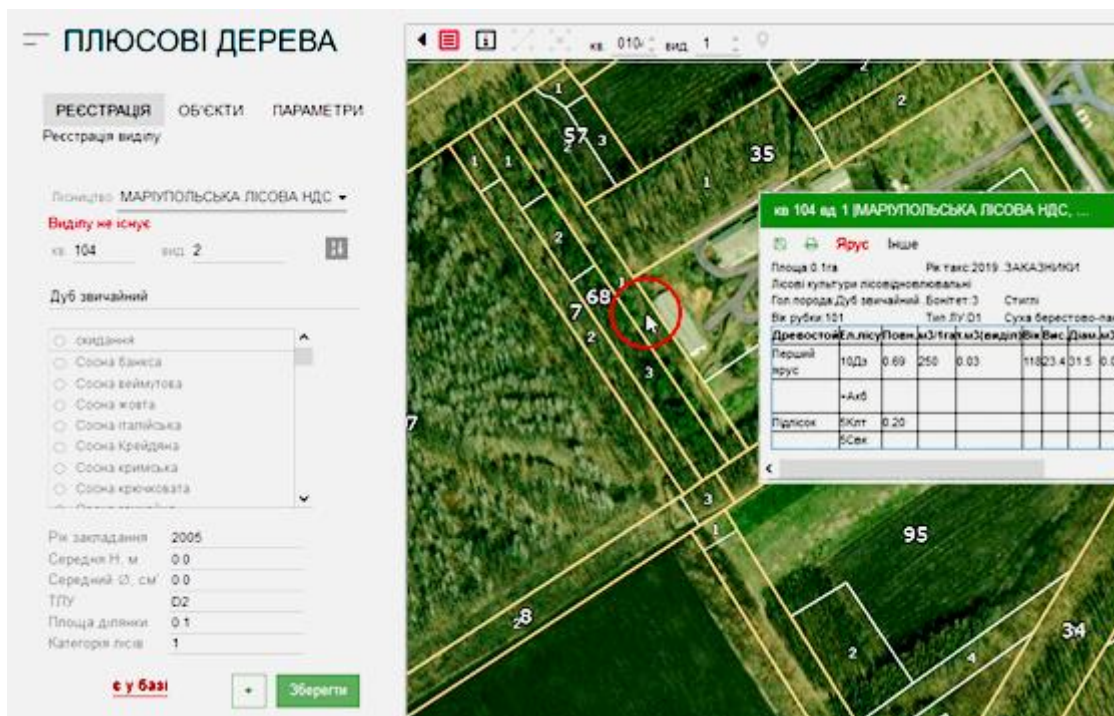


Fig. 4 – Data entry form for subcompartment in which there are plus trees

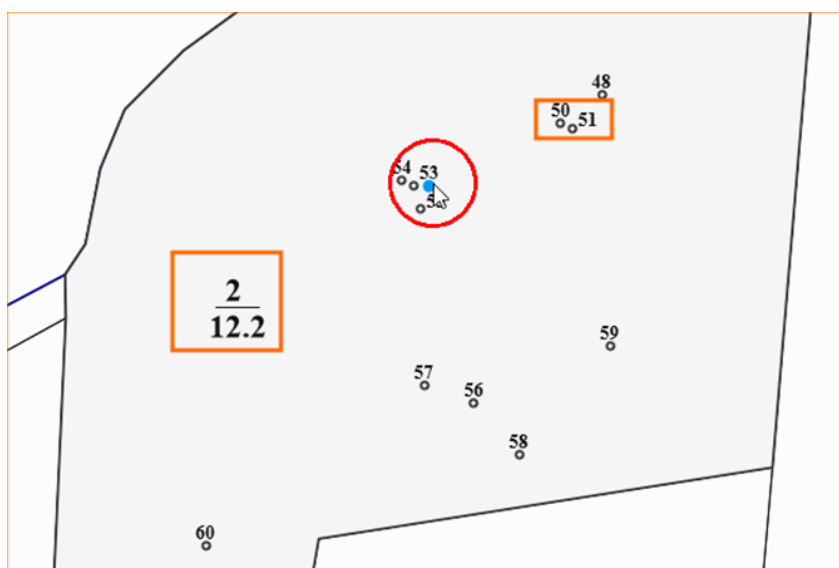


Fig. 5 – An example of a printable scheme for the location of plus trees

The first panel contains elements for setting coordinates and entering plus tree numbers by State Registry and enterprises (regional branches). In addition, each tree is assigned a sequence number in the database. The attribute «№ п/п» (“No.”) is a part of the primary key and cannot be changed. It is set during the initial entry and is a unique number in the database within mother unit, in this case, a plus stand. When entering the data of a new plus tree, another sequence number is generated by the software, which can be changed before entering it into the database. When entering into the database, the uniqueness of the key is checked, and if a duplicate is found, you will be asked to enter a different number.

The second panel is intended for selecting a species name of trees from the list provided.

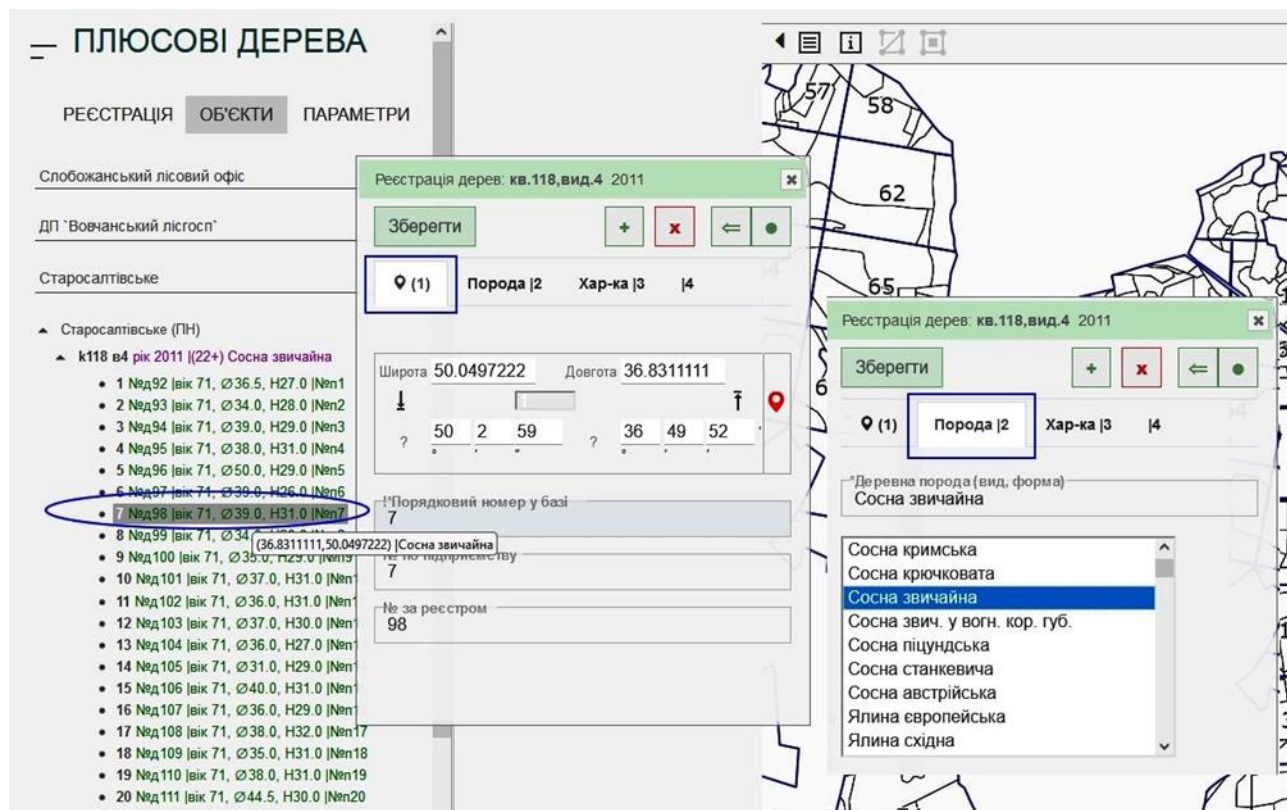


Fig. 6 – Editing information about Scots pine plus tree No. 3

The third panel of the data entry form contains mandatory attributes that are marked with “*” (Fig. 7). These are the total height of the plus tree and its diameter at a height of 1.3 m. The fourth panel contains other tree characteristics.

Before saving the entered data, it is provided validation (verification) to correct any errors that may have been made when filling out the form. The attributes are checked for compliance according to the ranges presented in Table 1.

Table 1

Criteria for checking the correctness of entering the characteristics of plus trees (attributes)

Attributes	Criteria
Sequence number in the database	range 1–999
Tree number at the enterprise (regional branch)	range 1–999
Tree number in the State Register	range 9999
Age, years	range 1–400
Total height of the tree, m	range 3.0–50.0
Tree diameter at 1.3 m height, cm	range 3.0–150.0
Trunk volume, m ³	range 1–9999
Excess of height over the average indicators of the stand, %	range -20.0–90.0
Excess of diameter over the average indicators of the stand, %	range -20.0–90.0
Height of the knotless part of the trunk, %	maximum 70
Crown projection diameter, m	maximum 100
Condition, points	maximum 5
Tree category, points	maximum 2

The menu of the website page «Плюсові дерева» (“Plus Trees”) consists of the following four items:

- Save
- List of plus trees
- List of trees by Interregional forestry and hunting departments (IFHD)
- Export - GeoLIS file

Реєстрація дерев: кв.67, вид.10 2010

Зберегти + X ← ●

Порода |2 Хар-ка |3 |4

Походження (1-природне, 5-штучне)
1

Вік, років (при відборі)
50

Висота, м
29.0

* Ø на висоті грудей, см
36.9

Перевищення висоти над сер. показниками, %
14.2

Перевищення Ø над сер. показниками, %
41.9

Реєстрація дерев: кв.67, вид.10 2010

Зберегти + X ← ●

Ø
1.4

Середній Ø крони, м
10.0

Довж. безсучкової зони - % висоти стовбура
41.9

Стан, бали
2.0

Категорія дерева, бали
2

Характеристика кори (забарвлення тощо)
-

Примітка

Fig. 7 – An example of entering the height and diameter of a plus tree (highlighted by the frame) and other characteristics

On the Webpage «Карта об’єктів селекції» (“Map of tree improvement units”), an electronic map of the branch’s territory with information on plus trees linked to the geographical context is available on request. A complete list of plus trees available in the database, by branches and forestries, tree species, years, etc., can be obtained through the menu item «Склад плюсових дерев» (“Plus tree composition”). It is possible to display and print similar information for the relevant region through the item «Склад по МУЛМГ» (“Composition by IFHD”) (Fig. 8). Such information is needed, first of all, to check the scope and status of data entry.

Using the menu item «Експорт- файл.geojson» (“Export file.geojson”), it is possible to export data in the GeoJSON format. This format is appropriate for storing and transferring data. This file contains information on all the plus trees. In addition to their tree coordinates, the file contains the following attributes: enterprise (branch) name, forestry name, compartment, subcompartment, age, species name, height, diameter, and crown projection diameter. The fragment from the file is [«{‘id’: ‘4~2’, ‘type’: ‘Feature’, ‘geometry’: {‘type’: ‘Point’, ‘coordinates’: [33.8916, 48.53125]}, ‘properties’: {‘bark’: ‘Л-Г’, ‘fory’: ‘П`ятихатське’, ‘age’: 90, ‘species’: ‘Дуб звичайний’, ‘crown’: 12.0, ‘height’: 23.5, ‘diameter’: 39.2, ‘forestry’: ‘Верхньодніпровський ЛГ’}}»].

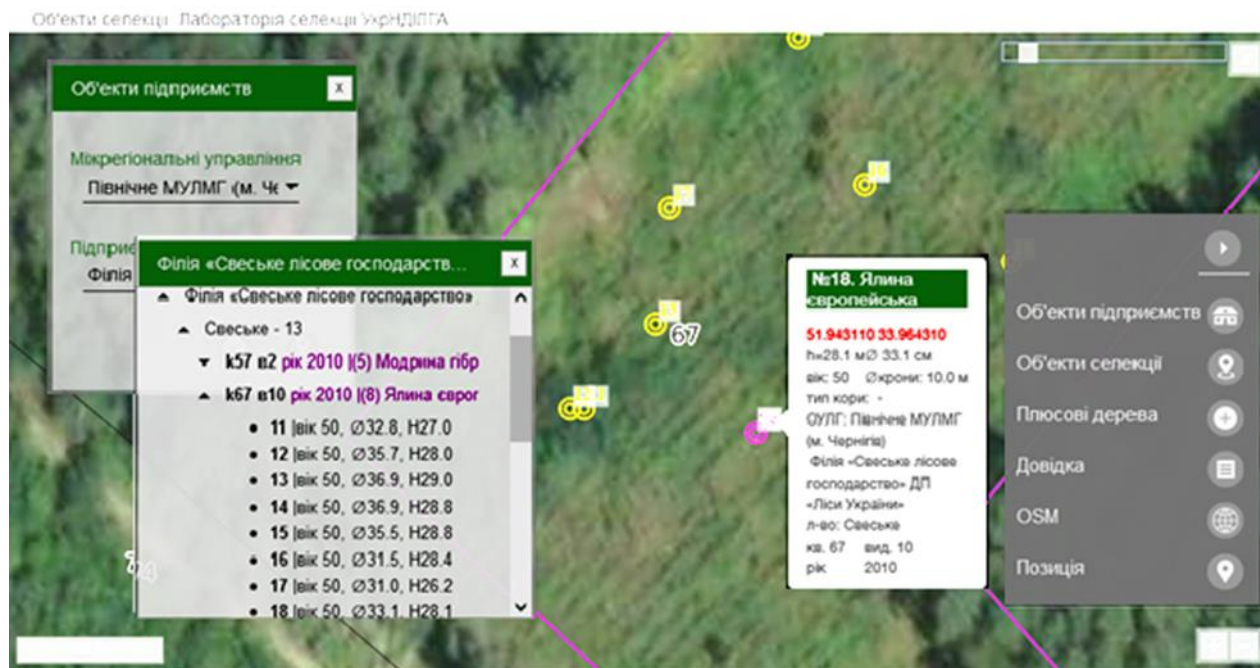


Fig. 8 - Web page «Карта об'єктів селекції» (“Map of tree improvement units”): an electronic map with information on plus trees and a list of plus trees on the territory of the branch “Svesa Forestry”

During the testing of the developed database structure and the working out of the instructions for its use, information on plus trees in seven regions of Ukraine (Kharkiv, Poltava, Sumy, Dnipro, Zaporizhzhia, Luhansk and Donetsk) was entered, which is about 25% of the plus tree fund. In addition, the design of the webpages was finalized in parallel with the data entry.

The developed software can be useful to both scientists and forest managers. Its use will simplify the search for plus trees in forest stands for their inventory, survey, as well as in cases where it is necessary to collect seeds or cuttings for the seed orchards or progeny tests in forest enterprises or at forest seed centers. For scientists, it will provide an opportunity to systematize large data sets on the plus trees characteristics and their analysis and generalization, in particular with the aim of improving methodical approaches to the plus trees selection.

Conclusions. A data schema was created to store both attribute and geographic information on forest tree species tree improvement units in Ukraine. The schema considers the complex structure of coordinated units and includes the developed algorithms for data verification which will allow the effective use of the proposed database for the plus tree accounting.

The database stores the basic information from the Passports of Plus Trees or information on their selection/inventory from the reports of the URIFFM Department of Tree Improvement for previous years. At present, the database contains information on plus trees in seven regions of Ukraine (Kharkiv, Poltava, Sumy, Dnipro, Zaporizhzhia, Luhansk and Donetsk), which is about 25% of the country's plus tree pool.

Based on the database, a web page was created that provides information on selected plus trees, including their location in the subcompartment, as well as summary information on plus trees in a particular enterprise (regional branch) or a region.

REFERENCES

Baliuckas, V. Pliura, A., Eriksson, G. 2004. Forest tree breeding strategies in Nordic and Baltic countries and the possible implications on Lithuanian tree breeding strategy. [Electronic resource]. *Baltic Forestry*, 10 (1): 95–103. Available at: [https://balticforestry.lammc.lt/bf/PDF_Articles/2004-10\[1\]/95_103%20Baliuckas%20Pliura%20Eriksson.pdf](https://balticforestry.lammc.lt/bf/PDF_Articles/2004-10[1]/95_103%20Baliuckas%20Pliura%20Eriksson.pdf) (accessed 26.06.2023).

Davydova, N. I. 1967. Selection of plus trees of *Quercus robur* L., testing the progeny and their vegetative propagation. PhD thesis. Kharkiv, 214 p. (in Russian).

Ditlevsen, B. 1979. A forest tree improvement information system. [Electronic resource]. Forest Genetic Resources Information No 9. Forestry Occasional Paper. FAO, Rome. Available at: <https://www.fao.org/3/n2511e/N2511E06.htm> (accessed 26.06.2023).

EUFGIS [European Information System on Forest Genetic Resources]. 2023. Establishment of a European information system on forest genetic resources. [Electronic resource]. Available at: <http://www.eufgis.org> (accessed 26.06.2023).

EUFORGEN [European Forest Genetic Resources Programme]. 2023. European forest genetics programme. [Electronic resource]. Available at: <https://www.euforgen.org/> (accessed 02.07.2023).

Guidelines for forest seed production (2nd edition, supplemented and revised). 2017. Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Hayda, Yu. I., Shlonchak, G. A., Mitrochenko, V. V., Shlonchak, G. V., Vysotska, N. Yu., Torosova, L. O., Neyko, I. S., Samodai, V. P., Grigorieva, V. G., Obozny, O. I., Kokhany, S. G., Yatsyk, R. M., Grechanyk, R. M., Sapiton, O. A., Kornienko, V. P., Kuklyshyn, V. O., Mikhailov, P. P., Yurkiv, Z. M., Blystiv, V. I., Gula, L. O., Petrichenko, N. V., Guz, M. M., Danchuk, O. T. (Eds.). Kharkiv, URIFFM, 107 p. (in Ukrainian).

Hayda, Yu. I., Popadynets, I. M., Yatsyk, R. M., Parpan, V. I., Humeniuk, I. R., Kukharskyi, T. V., Tyrchyk, A. M., Kozatska, N. Ya., Trentovskyi, V. V. 2008. Forest genetic resources and their conservation in Ternopil region. Ternopil, Textbooks and Manuals, 276 p. (in Ukrainian).

Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Grygoryeva, V. G., Volosyanchuk, R. T., Neiko, I. S., Demyanenko, L. V. 2011. The *in situ* gene pool conservation units of forest tree species in Chernihiv region. Forestry-ecological problems of the Eastern Polissia of Ukraine: Scientific Bulletin, 2: 28–35 (in Ukrainian).

Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Grygoryeva, V. G., Vysotska, N. Yu., Korotkova, T. M. 2007. The current state of the *in situ* gene pool conservation units of the of deciduous tree species in the Left Bank Steppe of Ukraine. Forestry and Forest Melioration, 111: 182–192 (in Ukrainian).

Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Shlonchak, G. A., Samodai, V. P., 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, 126: 139–147 (in Ukrainian).

Molotkov, P. I., Patlai, I. N., Davydova, N. I. et al. 1982. Breeding of forest tree species. Moscow, Forest Industry, 224 p. (in Russian).

Nakada, R. 2022. Breeding and genetic resource conservation of forest trees in Japan. Eurasian J. For. Res., 22: 15–18. DOI:10.14943/EJFR.22.15

Neyko, I., Yurkiv, Z., Matusiak, M., Kolchanova, O. 2019. The current state and efficiency use of *in situ* and *ex situ* conservation units for seed harvesting in the central part of Ukraine. Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry, Vol. 61 (2), 146–155. <https://doi.org/10.2478/ffp-2019-0014>

Piatnytskyi, S. S. 1967. Forest tree breeding and seed production in Ukraine. Forestry and Forest Melioration, 9: 3–14 (in Russian).

Romedor, E. and Shenbakh, G. 1962. Genetics and breeding of forest species. Moscow, Selkhozizdat, 268 p. (in Russian).

Rosvall, O., Ståhl, P., Almqvist, C., Anderson, B., Berlin, M., Ericsson, T., Eriksson, M., Gregorsson, B., Hajek, J., Hallander, J., Högberg, K., Jansson, G., Karlsson, B., Kroon, J., Lindgren, D., Mullin, T., Stener, L. 2011. Review of the Swedish tree breeding programme. Sweden, Skogforsk, 84 p.

Volosyanchuk, R., Yatsyk, R., Los, S. 2002. Conservation of genetic resources of broadleaved forest tree species in Ukraine. [Electronic resource]. In: Dynamics and conservation of genetic diversity in forest ecosystems: International conference DYGEN. France, Strasbourg, p. 201. Available at: http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/9612/1/32_T_02.pdf (accessed 26.06.2023).

Volosyanchuk, R. T., Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Grygoryeva, V. G., Orlovska T.V., Neyko, I. S. 2009. Conservation *in situ* of gene resources of deciduous tree species in Crimea. [Electronic resource]. Forestry and Forest Melioration, 115: 11–15 (in Ukrainian). Available at: <https://forestry-forestmelioration.org.ua/index.php/journal/issue/view/18/115-pdf> (accessed 26.06.2023).

Voytyuk V. P., Volosyanchuk, R. T., Los, S. A., Neyko, I. S., Grygoryeva, V. G. 2005. The current state of gene pool conservation units *in situ* of deciduous species in Volyn region. In: Scientific foundations of sustainable forestry: Materials of the international conference dedicated to the 80th anniversary of the birth of P.S. Pasternak. Ivano-Frankivsk, p. 80–83 (in Ukrainian).

Yatsyk, R., Vorobchuk, V., Parpan, V., Hayda, Yu., Stupar, V., Kashpor V. 2008. Genetic breeding and seed production units in the forests of Bukovyna. Ternopil, Textbooks and Manuals, 288 p. (in Ukrainian).

Yatsyk, R. M., Deineka, A. M., Parpan, V. I., Tselen, Ya. P., Hayda, Yu. I., Stupar, V. I., Bryk, S. V., Matveieva, N. V. 2006. Forest genetic resources, tree improvement and seed production of the Lviv region. Ivano-Frankivsk, Ed.-design. department CIT, 312 p. (in Ukrainian).

Жадан І. Б.¹, Лось С. А.¹, Торосова Л. О.¹, Плотнікова О. М.¹, Григор'єва В. Г.²

ЗАСТОСУВАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОБЛІКУ ПЛЮСОВИХ ДЕРЕВ

¹*Український науково-дослідний інститут лісового господарства і агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького*

²*Державне підприємство «Харківська лісова науково-дослідна станція»*

Наведено результати одного з етапів робіт зі створення бази даних селекційних об'єктів лісових деревних видів України, який стосується обліку плюсових дерев. Метою досліджень було вдосконалення впорядкування інформації щодо плюсових дерев, їхнього обліку, обстеження та використання як селекційних об'єктів за допомогою безкоштовного програмного забезпечення (Python, JavaScript) та використання реляційної бази даних PostgreSQL з модулем PostGIS. На основі методики формування бази плюсових дерев складено інструкцію для користування розробленого та опрацьованого програмного забезпечення. Створено вебсторінку, яка за відповідним запитом демонструє інформацію про плюсові дерева, зокрема їхнє розташування на території виділу, а також зведені відомості щодо плюсових дерев у певному лісовому господарстві або області. На цей час до бази внесено інформацію про плюсові дерева семи областей України (Харківська, Полтавська, Сумська, Дніпропетровська, Запорізька, Луганська і Донецька), що становить близько 25 % фонду плюсових дерев країни.

Ключові слова: лісові генетичні ресурси, база даних, портал, вебсторінка, селекційний об'єкт.

E-mail: zhdn010@gmail.com; svitlana_los@ukr.net; torosovaliliya@ukr.net; helen-kasai@ukr.net; grygorye@ukr.net

Одержано редколегією 03.07.2023

**КОМПЛЕКСНЕ ОЦІНЮВАННЯ ПОТОМСТВ КЛОНОВИХ НАСІННИХ ПЛАНТАЦІЙ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ ЗА РОСТОВИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ТА ОЗНАКАМИ СТІЙКОСТІ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**¹Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького²Лісовий науково-дослідний інститут, Польща

Обстежено 20-річні сортовипробні культури сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), представлені насінневими потомствами клонів насінних плантацій та загального збору насаджень державних підприємств Волинської, Київської і Харківської областей. У кожному варіанті відібрано 20 дерев, які дослідили за ростовими характеристиками (висотою, діаметром), прямизною стовбура, станом, а також за ознаками, пов'язаними зі стійкістю сосни до ураження кореневою губкою (масою насіння, щільністю розташування хвої на пагонах, параметрами провідної системи хвої на серединному перерізі, шириною шарів пізньої та ранньої деревини, інтенсивністю виходу живиці з мікропоранень). Здійснено комплексне оцінювання потомств клонів насінних плантацій, представлених на ділянці, за стандартною методикою, яка передбачає оцінювання за ознаками росту, прямизною стовбура і станом, а також за запропонованою модифікованою шкалою, з урахуванням потенціалу стійкості дерев до ураження кореневою губкою. Під час оцінювання насінневого потомства клонів насінних плантацій за стандартною методикою лідерами визначили походження переважно зі сходу України, тоді як за модифікованою – з усіх трьох регіонів. Застосування ознак стійкості під час комплексного оцінювання потомств плюсових і найкращих дерев та популяцій дасть змогу запропонувати нові сорти лісових деревних видів для створення насаджень із підвищеною стійкістю.

К л ю ч о в і с л о в а : сорти-популяції, коренева губка, резистентність, «умовно стійкі» дерева.

Вступ. В Україні, як і в багатьох країнах світу, основним і найбільш перспективним об'єктом постійної лісонасінної бази (ПЛНБ) є клоніві насінні плантації (КНП), представлені вегетативним потомством плюсових і найкращих дерев (Lindgren 2013, Los et al. 2014, Hayda et al. 2019). КНП є не лише джерелом високоякісного насіння, але й об'єктом збереження генофонду підвищеної цінності. В Україні на об'єктах ПЛНБ заготовляють близько 25 % насіння лісових деревних видів (Los et al. 2014). Найбільшу кількість КНП створено у Вінницькій, Харківській, Рівненській, Волинській, Київській, Кіровоградській, Сумській областях (Hayda et al. 2019). У Швеції на КНП заготовляють 62 % насіння ялини європейської (*Picea abies* L.) та 94 % сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) (IUFRO 2017), у США – 98 % насіння сосни ладанної (*Pinus taeda* L.) (McKeand et al. 2017). У Туреччині попит на насіння з КНП сосни звичайної задовольняється лише на 9,2 % (Bilir et al. 2007), тому в країні створюють нові плантації, з яких у майбутньому планують збирати достатню кількість покращеного насіння.

Перспективність використання насінного матеріалу, отриманого з КНП, оцінюють випробуванням їхніх насінневих потомств. Основну увагу приділяють інтенсивності росту у висоту і за діаметром, формі стовбура та зовнішньому стану дерев. Результати проведених досліджень свідчать, що чим ближчим є середовище існування до оптимальних умов росту плюсового дерева, тим сильніше у фенотипі виявляються генетичні особливості, тим яскравіше виявляються в насінневому потомстві ознаки материнської особини (Mazhula 2009, Lindgren 2013, Los et al. 2014, Hayda et al. 2019). За результатами наукових досліджень, проведених у Волинській області, успадкування материнських ознак насінневим потомством сосни звичайної підтверджено лише у 30–40 % дерев (Mazhula 2009, Krynytskiy et al. 2010). Вчені розробили низку рекомендацій і нормативних документів, які регламентують широке коло організаційних, методичних і технологічних заходів щодо створення, випробування та ефективного використання КНП (Methodology of variety testing 2020), але, на жаль, у цих методиках не враховують ознаки, які би прямо або опосередковано свідчили про стійкість до хвороб.

Найбільш поширеною хворобою соснових насаджень є кореневі гнилі, викликані грибами *Heterobasidion annosum* s.l. Ця хвороба зазвичай поширюється у штучно створених

соснових насадженнях на землях, вилучених із сільськогосподарського обігу, але трапляється і в природних деревостанах (Tkachuk & Utsky 2002). Науковці пов'язують її поширення з фізико-хімічними властивостями ґрунтів – трофністю, наявністю ущільнених горизонтів і прошарків, нестійким водним режимом (Ladeyshchikova et al. 1974). Втрати деревини у насадженні внаслідок поширення кореневої губки можуть сягати 40 % (Musienko et al. 2018). За даними (Asiegbu et al. 2005) щорічні економічні втрати від всихання насаджень та гнилі деревини в лісах Європи сягають близько 600 млн євро.

Незважаючи на 200-річний досвід вивчення, механізми стійкості сосни звичайної до ураження кореневою губкою й дотепер залишаються невизначеними. Виявлено (Sierota 2013, Dyshko & Torosova 2016a, 2016b), що в окремих осередках всихання на високому інфекційному фоні зберігаються життєздатні («умовно стійкі») дерева, які тривалий час не виявляють зовнішніх ознак хвороби. Підвищену резистентність «умовно стійких» дерев дослідники пов'язують зі спадковістю (Carson & Carson 1989), морфолого-анатомічною будовою хвої та стовбура (Gori et al. 2011, Skrøppa et al. 2015, Vázquez-González et al. 2020), особливостями метаболізму (Deflorio et al. 2012) та фізіологічними процесами, пов'язаними зі смолопродуктивністю (Osadchuk 2013). Про ефективність використання для лісокультурної справи насінного матеріалу дерев з підвищеною резистентністю до ураження кореневою губкою йдеться в роботах низки вчених (Marčiulynas et al. 2019, Rieksts-Riekstīns 2019). Результати наших попередніх досліджень (Dyshko et al. 2015, Dyshko & Torosova 2016a, 2016b) свідчать, що «умовно стійкі» дерева суттєво перевершують сприйнятливі до хвороби («хворі») за масою насіння, щільністю розташування хвої на пагонах жіночого ярусу, ступенем розвитку провідних тканин хвої, часткою шарів пізньої деревини у радіальному прирості та виходом живиці після мікропоранення.

Napierała-Filipiak та Filipiak (2012) порівняли збережуваність і масу сіяncів сосни звичайної, вирощених з насіння «умовно стійких» дерев і з елітного насіння, зібраного на КНП. Згідно з їхніми даними потомство «умовно стійких» дерев характеризується більшою масою (на 14 %) та кращою збережуваністю (більшою у два рази), порівнюючи з потомством елітних дерев (Napierała-Filipiak & Filipiak 2012). Дослідження напівсибів сосни звичайної, інокульованих *H. annosum* s.l., виявили генотипові варіації між родинами щодо чутливості до патогена (Marčiulynas et al. 2019). Зважаючи на відмінності в сприйнятливості сосни звичайної до ураження кореневими гнилями, неприйнятною є стратегія масового відбору дерев на уражених ділянках для збору насінного матеріалу, призначеного для створення стійких і високопродуктивних насаджень.

Враховуючи загрози, викликані глобальною зміною клімату та поширенням корневих гнилей, пошук маркерних ознак, які би прямо або опосередковано свідчили про підвищену резистентність сосни, та їхнє застосування під час селекційного відбору є надзвичайно важливим завданням, яке стоїть перед науковцями. Водночас серед першочергових завдань є розроблення та застосування надійних і швидких методів діагностики, які не потребують значних витрат. Основними методами оцінювання наразі залишаються візуальні й таксаційні. Дані, отримані шляхом таких досліджень, не завжди є репрезентативними, тому доцільним є застосування комплексного підходу, який дасть змогу відібрати дерева з підвищеною резистентністю до ураження кореневими гнилями та використовувати їхній репродуктивний матеріал для вирощування.

Метою дослідження було вдосконалення наявного комплексного підходу до оцінювання насінневих потомств КНП сосни звичайної, із застосуванням методів діагностики дерев на стійкість до кореневої губки та відбір найбільш перспективних із них в умовах Лісостепової зони Харківської області.

Матеріали й методи. Об'єктом дослідження були випробні культури, представлені потомствами КНП сосни звичайної, які є кандидатами у сорти-популяції синтетичні. Культури закладено в 1999 р. на території філії «Гутянське лісове господарство» Державного спеціалізованого господарського підприємства (ДСГП «Ліси України») (далі філія «Гутянське

лісове господарство»). На момент дослідження вік дерев у культурах становив 20 років. На ділянці представлені насінневі потомства КНП із трьох областей України (Харківська, Київська, Волинська). Площа ділянки – 1 га, ТЛУ – В₂–С₂. Культури створено однорічними сіянцями, вирощеними з насіння загального збору на КНП I порядку, за винятком двох варіантів – 'Географічний' та 'Специфічний' (насінневе потомство КНП II порядку). Варіанти висаджено в трикратній повторності, рендомізовано, кожна повторність займає 50 % ряду, розміщення садивних місць – 2,5 × 0,75 м. Як місцевий контроль (Гути-контроль) використано сіянці, вирощені з насіння виробничого збору в насадженнях філії «Гути-лісове господарство». Як регіональні контролю використано сіянці, вирощені з насіння виробничого збору насаджень державних лісогосподарських підприємств, де розташовані КНП: Харків-контроль (філія «Зміївське лісове господарство» ДСГП «Ліси України»), Київ-контроль (філія «Київське лісове господарство» ДСГП «Ліси України»), Волинь-контроль (філія «Ківерцівське лісове господарство» ДСГП «Ліси України»).

У кожному варіанті відібрали по 20 дерев, у яких вимірювали висоту, діаметр, оцінювали якість стовбурів та стан. Висоту й діаметр дерев вимірювали в травні, до початку вегетації. Діаметр визначали за допомогою мірної вилки, а висоту дерев – за допомогою висотоміра. Для комплексного оцінювання цих ознак (висота й діаметр) використовували абсолютні значення показників.

Прямизну стовбурів дерев оцінювали за категоріями: 1 – рівний стовбур, відхилення від вертикальної осі менше ніж 10,0 %; 2 – викривлений (нерівний) стовбур, відхилення від вертикальної осі в межах 10,0–25,0 %; 3 – кривий стовбур, відхилення від вертикальної осі більше ніж 25,0 % (Methodology of variety testing 2020). Для комплексного оцінювання розраховували сумарний показник – частку дерев 1 і 2 категорій у варіанті.

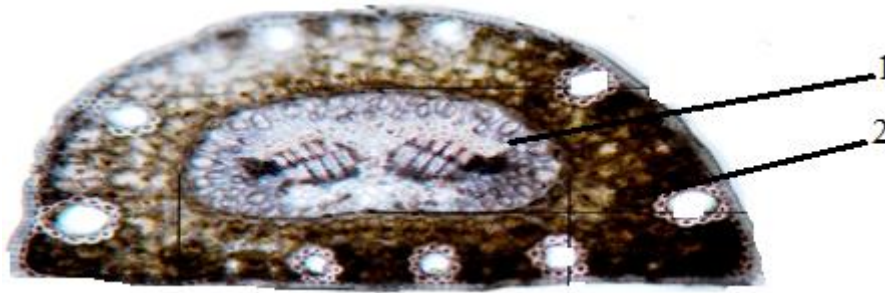
Категорію стану дерев (КС) оцінювали за шкалою, поданою в Методиці сорто випробування (Methodology of variety testing 2020). Для комплексного оцінювання КС розраховували середньозважене значення для всіх облікованих дерев у варіанті.

Керуючись напрацюваннями УкрНДІЛГА (Dyshko et.al. 2015, Dyshko & Torosova 2016a, 2016b) та даними літературних джерел (Gori et. al. 2011, Osadchuk 2013), продіагностували дерева у варіантах за масою насіння, щільністю розташування хвої на пагонах жіночого ярусу, ступенем розвитку провідних тканин хвої, часткою шарів пізньої деревини в радіальному прирості та виходом живиці після мікропоранення, отримані результати долучили до комплексного оцінювання й таким чином спробували удосконалити балову шкалу комплексного оцінювання з методики сорто випробування (Methodology of variety testing 2020).

З кожного відібраного дерева за допомогою висотного секатора зібрали шишки (20 шт.) та по три пагони з однорічною хвоєю з гілок третього приросту від верхівкової частини крони західної експозиції. Насіння, вилучене з шишок, зважили на електронних вагах «AXIS», попередньо видаливши порожнє. Масу насіння (m , г) розраховували для 1 000 шт. Для комплексного оцінювання використовували абсолютні значення показників, визначених за цією ознакою.

Щільність розташування хвої на пагонах жіночого ярусу (A , пар на 10 см) визначали шляхом підрахунку кількості пар хвоїнок на відрізку пагону завдовжки 10 см, починаючи від найнижчого місця їхнього розташування. Для комплексного оцінювання використовували абсолютні значення показників, визначених за цією ознакою.

Для вимірювання параметрів хвої на серединному поперечному перерізі з трьох пагонів (із середньої частини пагона) відбирали по 10 пар хвоїнок (30 пар хвоїнок з дерева) і виготовляли препарати для дослідження під мікроскопом. За допомогою леза з однієї хвоїнки виготовляли 2–3 поперечних тонких зрізи (рис. 1), які фотографували, використовуючи фотонасадку, установлену на мікроскоп Axiostar Plus Carl Zeiss із 200-кратним (10 × 4 × 5) збільшенням.



**Рис. 1 – Поперечний переріз хвоїнки сосни звичайної у серединній її частині:
1 – центральний провідний циліндр; 2 – поперечний переріз хвої**
**Fig. 1 – Cross-section of Scots pine needle in the middle section: 1 – central conductive cylinder;
2 – cross section of needle**

За допомогою програми AxioVision 4.6 визначали площі центрального провідного циліндра ($S_{ц/ц}$) і поперечного перерізу хвої ($S_{п/п}$). Для комплексного оцінювання за формулою (1) розраховували показник (S , %) – співвідношення між площами центрального провідного циліндра і поперечного перерізу хвої:

$$S = \frac{S_{ц/ц}}{S_{п/п}} \times 100\%, \quad (1)$$

де $S_{ц/ц}$ – площа центрального провідного циліндру;
 $S_{п/п}$ – площа поперечного перерізу хвої.

Керни для вимірювання ширини шарів пізньої й ранньої деревини відбирали зі східного боку стовбура дерев на висоті 1,3 м буровом Преслера. Вимірювання проводили в лабораторних умовах за допомогою пристрою HENSON із точністю до 0,01 мм (Holmes 1994). У загальних деревно-кільцевих серіях для кожного варіанта визначали середній приріст шарів пізньої й ранньої деревини в річних кільцях. Для використання в комплексному оцінюванні розраховували частку ширини шарів пізньої деревини в радіальному прирості дерев (Z_p , %).

Для визначення об'єму живиці, виділеної після мікропоранення, із південного боку дерев на висоті стовбура 1,3 м свердлом (діаметром 5 мм) робили отвори глибиною 4 см, у які вставляли прозорі поліхлорвінілові трубки (Osadchuk 2013). Вільний кінець трубки прикріплювали скотчем до стовбура вище місця мікропоранення. Висоту підняття живиці в трубках вимірювали мірною стрічкою з точністю до 0,1 см. Тривалість підсочки визначали для 10 контрольних дерев, на яких припинення смолотечі зафіксували через 8 годин після поранення (рівень накопичення живиці в трубках не змінювався протягом 2 годин). Фактичний об'єм виходу живиці (V , мл), який вважали прямим критерієм рівня смолопродуктивності, розраховували за формулою (2):

$$V = \pi r^2 h, \quad (2)$$

де r – радіус отвору поліхлорвінілові трубки, см;
 h – висота підняття живиці, см.

Для комплексного оцінювання за цією ознакою використовували показник P (%) – частку дерев у варіанті із середнім і вищим за нього виходом живиці (Dyshko & Torosova 2016a). Як еталон для порівняння використовували середній показник виходу живиці, розрахований для всього насадження.

Комплексне оцінювання потомств КНП сосни звичайної лише за ростовими характеристиками (висотою, діаметром), прямизною стовбура, станом (І варіант) здійснювали за стандартними баловими шкалами з методики сортовипробування лісових

порід (Methodology of variety testing 2020), за винятком прямизни стовбура. Зважаючи на те, що прямизна не є обов'язковою умовою резистентності сосни звичайної, в нашому дослідженні для оцінювання варіантів за цією ознакою брали до уваги частки дерев 1 і 2 категорій. Для кожної ознаки було визначено еталон (середньозважений показник місцевого контрольного варіанта Гути-контроль), з яким порівнювали показник кожного дерева (зокрема у варіанті контролю) і, відповідно до таблиці 1, оцінювали балами від 1 до 5. Оцінюючи варіанти за прямизною стовбура балами, оцінювали сумарний показник частки дерев 1 і 2 категорій у варіанті. За комплексом досліджених ознак для кожного варіанта розраховували суму балів (ΣB_1).

Таблиця 1

Шкала балового оцінювання потомств сосни звичайної за показниками росту, стану і якості стовбурів з урахуванням ознак стійкості

Table 1

Scale for Scots pine progeny assessment in terms of growth, condition and quality of trunks, taking into account resistance traits

1 бал 1 point	2 бали 2 points	3 бали 3 points	4 бали 4 points	5 балів 5 points
$X_n < X_{\text{сеп.}}$ поступається більше, ніж на 30 %	$X_n < X_{\text{сеп.}}$ на рівні 10–30 %	$X_{\text{сеп.}} - 10\%$ < X_n < $X_{\text{сеп.}} + 10\%$	$X_n > X_{\text{сеп.}}$ на рівні 10–30 %	$X_n > X_{\text{сеп.}}$ переважає більше, ніж на 30 %

Примітка. X_n – середнє значення показника оцінюваного варіанта; $X_{\text{сеп.}}$ – середнє значення показника контрольного варіанта (Гути-контроль).

Note. X_n is an average value of the characteristic of the variant being evaluated; $X_{\text{aver.}}$ is an average value of the indicator in the control variant (Guty-control).

Щоб оцінити потенціал стійкості дерев у варіантах із урахуванням ознак резистентності до ураження кореневою губкою (II варіант), нами запропоновано удосконалити стандартну шкалу додаванням таких показників: маса насіння, щільність розташування хвої на пагонах, параметри провідної системи хвої на серединному перерізі, ширина шарів пізньої деревини, інтенсивність виходу живиці з мікропоранень. Кожне дерево продіагностували за зазначеними ознаками та оцінили балами від 1 до 5 аналогічно вище описаному I варіанту (див. табл. 1). Винятком, як і в I варіанті, було оцінювання за виходом живиці з мікропоранень. За цією ознакою варіанти оцінювали, використовуючи такий показник, як частка дерев із середнім і вищим за нього виходом живиці (P , %). До результатів попереднього комплексного оцінювання (I варіант) долучали бали (ΣB_2), отримані під час оцінювання ознак стійкості до ураження кореневою губкою. Визначили загальну суму балів (ΣB) для кожного варіанта, репрезентованого на ділянці за обома варіантами комплексного оцінювання. Максимальна кількість балів для кожного варіанта за стандартною методикою (I варіант) становить 20, а з урахуванням ознак стійкості – 45.

За сумою балів варіанти розподіляли на категорії: I – перспективні; II порівняно перспективні; III – малоперспективні. Зважаючи на те, що потомство місцевого контрольного варіанта є найбільш адаптованим до умов місцезростання, перспективними, в умовах Лісостепової зони Харківської області, вважали варіанти, у яких сумарний показник балів перевищував показник контролю на 10 %, порівняно перспективними – у яких сумарний показник варіював у межах $\pm 10\%$ від показника контролю, а малоперспективними – такі, що поступалися контрольному більше ніж на 10 %.

Для виявлення відповідності нормальному розподілу статистичних вибірок показників діаметра та висоти застосовано Shapiro-Wilk normality test, а також Бокс-Кокс трансформацію для приведення даних до нормального розподілу та стабілізації групових дисперсій і виконання умови гомоскедастичності (Hammer & Harper 2001). Після трансформації даних для встановлення статистично значущих відмінностей між вибірками використано t-критерій Стьюдента (Hammer & Harper 2001).

Результати та обговорення. У 20-річних сортовипробних культурах сосни звичайної, репрезентованих потомствами КНП і їхніми контрольними варіантами, досліджено висоту, діаметр, стан та прямизну стовбура дерев (табл. 2). Середній показник висоти місцевого контрольного варіанта (Гути-контроль) становив 16,6 м, діаметра – 14,9 см. У більшості потомств КНП (шість з дев'яти) середні висота й діаметр були вищими, ніж на контролі. За обома таксаційними показниками перевершували місцевий контроль варіанти 'Прихилківський-2' (на 4,1 % і 16,5 % відповідно), 'Специфічний' (на 1,2 % і 13,4 % відповідно) і 'Київський-3' (на 9,8 % і 11,9 % відповідно), тільки за висотою – 'Київський-5' (на 0,4 %), тільки за діаметром – 'Прихилківський-1' (на 10,4 %), і 'Луцький-3' (на 4,7 %). Диференціація дерев у варіантах за діаметром є суттєво більшою, ніж за висотою. Сім із дев'яти потомств КНП перевершували регіональний контроль за середніми висотою та діаметром. За діаметром виявлено більші (на 4–18 %) перевищення, ніж за висотою (на 1–8 %).

Таблиця 2

Ростові показники, якість стовбурів і стан потомств сосни звичайної у випробних культурах на території філії «Гутиянське лісове господарство»

Table 2.

Growth characteristics, quality of trunks and condition of Scots pine progeny in variety tests in the "Huty Forestry" branch

Назва варіанта Variant name	Висота Height <i>Хсер. ± m, м</i>	Діаметр Diameter <i>Хсер. ± m, см</i>	Якість стовбура*, % Trunk quality	Категорія стану Condition category	Сума балів, ΣБ ₁ Sum of points
Гути-контроль	16,6 ± 0,23	14,9 ± 0,44	20	2,5 ± 0,08	11,9
Харків-контроль	16,6 ± 0,19	14,2 ± 0,37	35	2,6 ± 0,08	11,7
'Прихилківський-1'	16,3 ± 0,38	16,3 ± 0,74	25	2,3 ± 0,07	13,2
'Прихилківський-2'	17,3 ± 0,31	16,0 ± 0,59	35	2,3 ± 0,08	13,4
'Географічний'	16,5 ± 0,24	14,9 ± 0,46	30	2,5 ± 0,07	12,8
'Специфічний'	16,8 ± 0,55	16,9 ± 0,56**	35	2,3 ± 0,06	13,5
Київ-контроль	15,9 ± 0,39	15,3 ± 0,88	50	2,4 ± 0,08	12,4
'Київський-3'	17,2 ± 0,38	16,7 ± 0,85	40	2,3 ± 0,07	13,7
'Київський-4'	16,6 ± 0,29	14,1 ± 0,51	20	2,5 ± 0,06	11,9
'Київський-5'	16,7 ± 0,25	14,5 ± 0,44	30	2,1 ± 0,08	12,9
Волинь-контроль	16,1 ± 0,23	13,5 ± 0,61	20	2,5 ± 0,07	11,3
'Луцький-2'	16,5 ± 0,28	14,8 ± 0,56	40	2,3 ± 0,07	13,0
'Луцький-3'	16,4 ± 0,22	15,6 ± 0,67	25	2,3 ± 0,08	12,7

Примітки: 1. Символом * позначено частку дерев у варіанті, оцінених показниками 1 і 2 категорій.

2. Символом ** позначено варіант, що статистично достовірно різниться з місцевим контролем (t_1) при $p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$.

3. Грубим шрифтом і курсивом виділено варіанти, які статистично достовірно різняться з регіональним контрольним варіантом своєї області (t_2) при $p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$.

Notes: 1*The symbol * indicates the share of trees in the variant, assessed by the indicators of categories 1 and 2.

2. The symbol ** indicates the variant that is statistically significantly different from the local control (t_1) at $p \leq 0.05$; $p \leq 0.01$.

3. Variants that are statistically significantly different from the regional control variant in their region (t_2) at $p \leq 0.05$; $p \leq 0.01$ are highlighted in bold and italics.

Суттєві відмінності з місцевим контролем підтверджено за діаметром лише в потомства КНП сосни звичайної 'Специфічний' ($t_{\text{факт.}} = 2,8$; $t_{0,01} = 2,7$). Із регіональним контролем за висотою достовірно різниться варіант 'Київський-3' ($t_{\text{факт.}} = 2,4$; $t_{0,05} = 2,2$), а за діаметром – 'Прихилківський-1' ($t_{\text{факт.}} = 2,5$; $t_{0,05} = 2,2$), 'Прихилківський-2' ($t_{\text{факт.}} = 2,6$; $t_{0,05} = 2,2$), 'Специфічний' ($t_{\text{факт.}} = 4,0$; $t_{0,01} = 2,7$) і 'Луцький-3' ($t_{\text{факт.}} = 2,3$; $t_{0,05} = 2,2$).

За даними О. С. Мажули (Mazhula 2009) у 3-річному віці кращими за місцевий контроль за висотою були більшість кандидатів у сорти-популяції (78 %), а в 10-річному – лише потомства з Харківської області 'Прихилківський-1' і 'Прихилківський-2', які перевершували контроль на 3,3 і 9,0 % відповідно. За діаметром у 10-річному віці варіант 'Київський-3' суттєво (на 6,5 %) перевершував місцевий контроль. Решта потомств або поступалися йому (на 4–10 %) або різнилися в межах ± 2 %. Слід зазначити, що згідно з даними цієї авторки, за діаметром потомство КНП 'Київський-3' було одним з найкращих як у 3-річному, так і в 10-річному віці.

Комплексне оцінювання варіантів, репрезентованих на ділянці, за вищенаведеними ознаками (див. табл. 1) свідчить, що за сумою балів потомства КНП не поступаються місцевому контролю ($\Sigma B_1 = 11,9$). Подібним показником балів характеризується варіант 'Київський-4' ($\Sigma B_1 = 11,9$), решта перевершують контроль на 6–13 %. Регіональному контрольному варіанту своєї області поступається також потомство 'Київський-4', решта його перевершують на 3–15%.

Згідно з результатами досліджень (Tereshchenko & Dyshko 2019) у 20-річних сортовипробних культурах сосни звичайної, створених аналогічним садивним матеріалом у південній частині Харківської області (філія «Зміївське лісове господарство» ДП «Ліси України»), суттєвих відмінностей між таксаційними характеристиками потомств КНП і місцевим контролем виявлено не було.

Оцінювання 38–40-річних півсібсових потомств плюсових дерев у Волинській області у випробних культурах щодо успадкування господарсько-цінних ознак (діаметр і висота) показало (Andreieva et al. 2020), що з віком відмінності між контролем і півсібсовими потомствами за цими ознаками нівелюються, тоді як на початкових етапах на ріст та розвиток насінневих потомств сосни суттєво впливає спадковість.

Результати наших досліджень прямизни стовбурів дерев свідчать, що частки дерев 1 (прямі) і 2 (викривлені) категорій у варіантах варіюють від 20 до 50 %. Місцевий контроль характеризується найменшою часткою дерев з прямими та викривленими стовбурами (20 %). У потомства КНП показники були вищими і варіювали від 20 до 40 %. Регіональний контроль своєї області за цією ознакою перевершували лише потомства з Волинської області 'Луцький-2' і 'Луцький-3' (на 5 і 20 % відповідно). У представників Харківської і Київської областей частки дерев 1 і 2 категорій були такими, як і в регіональних контролів, або меншими на 5–30 %. Найбільш суттєво (на 30 %) поступалося регіональному контрольному варіанту потомство 'Київський-4' (див. табл. 2).

У роботі (Andreieva et al. 2020) відзначено, що з віком у потомствах плюсових дерев селекційна структура покращується. Кількість плюсових і найкращих нормальних дерев, а також кількість мінусових дерев зменшується, а нормальних – збільшується. Naaranen et al. (1997) вважають, що прямоствобуровість менш пов'язана зі спадковістю, ніж висота та діаметр. Автори припускають, що можливою причиною цього є низька фенотипова варіація або недостатня кількість категорій, які використовують для оцінювання цієї ознаки.

Згідно з отриманими нами даними середній показник стану в потомств, репрезентованих у випробуванні, варіював від 2,1 до 2,5 бала. Сім з дев'яти потомств КНП не поступалися місцевому контролю за цією ознакою ($KC = 2,5 \pm 0,08$). Подібним до контролю показником стану характеризувалися варіанти 'Географічний' ($KC = 2,5 \pm 0,07$) і 'Київський-4' ($KC = 2,5 \pm 0,06$). Найкращим за станом серед усіх варіантів було потомство КНП 'Київський-5' ($KC = 2,1 \pm 0,08$).

За даними досліджень цих сортовипробних культур у 3-річному віці (Mazhula 2009) стан потомств КНП із Харківської і Київської областей був кращим, ніж варіанти контролю, на відміну від походжень з Волинської області. З огляду на це можемо припустити, що віддаленість місць росту материнських насаджень може негативно позначатися на адаптивності насінневих потомств КНП у ювенільному віці.

Дослідження потомств КНП сосни звичайної у випробних культурах, створених на території філії «Зміївське лісове господарство» (Tereshchenko & Dyshko 2019), показали, що сумарна частка дерев відмінного й доброго стану в більшості потомств (70 %) є меншою, ніж на контролі. Причиною суттєвих відмінностей стану дерев на різних ділянках можуть бути відмінні кліматичні умови або, найімовірніше, розбіжності у методиці оцінювання дерев, що свідчить про доцільність застосування єдиної методики під час проведення досліджень.

Результати, отримані під час дослідження ознак, що за нашим припущенням свідчать про підвищену резистентність сосни звичайної до ураження кореневою губкою, подано в таблиці 3. Згідно з цими даними середні показники визначених нами ознак у більшості потомств КНП були вищими, ніж у місцевого контролю. Перевагу місцевого контролю над всіма потомствами КНП зафіксовано лише за часткою ширини шарів пізньої деревини в радіальному прирості. За рештою ознак переважання виявлено в походжень з Волинської і Харківської областей, з деякими винятками для останньої. Серед варіантів Київської області кращим за місцевий контроль був лише варіант 'Київський-3'.

Таблиця 3

Характеристика маркерних ознак стійкості потомств КНП сосни звичайної до ураження кореневими гнилями

Table 3

Marker signs of resistance of Scots pine progeny tests to root rot

Назва варіанта Variant name	Маса насіння, г Seed weight, g	A, пар на 10 см	S, %	Zn, %	P, %	Сума балів, ΣB ₂ Sum of points
Гути-контроль	6,0	16,7	30,0	30,7	40	14,9
Харків-контроль	6,4	22,4	31,0	28,6	25	15,4
'Прихилківський-1'	8,2	20,2	28,0	26,3	45	16,7
'Прихилківський-2'	6,3	21,4	33,1	24,8	55	15,4
'Географічний'	6,4	20,6	32,3	23,4	40	15,3
'Специфічний'	5,9	21,3	30,1	21,8	55	15,6
Київ-контроль	4,8	17,3	30,4	22,6	45	12,9
'Київський-3'	6,4	20,7	31,6	28,5	45	16,0
'Київський-4'	6,0	14,5	33,3	24,7	25	12,6
'Київський-5'	6,0	15,7	29,9	24,7	35	13,6
Волинь-контроль	5,9	20,1	31,5	23,0	30	13,9
'Луцький-2'	8,9	20,0	32,8	23,5	45	16,7
'Луцький-3'	8,6	21,3	31,4	23,7	45	16,4

Примітка. A – щільність хвої на пагонах жіночого ярусу, пар на 10 см; S – частка провідних тканин на серединному поперечному перерізі хвої, %; Zn – частка шарів пізньої деревини у радіальному прирості, %; P – частка дерев із середньою і вищою за середню смолопродуктивністю, %.

Note. A is a density of needles on shoots of the feminine tier, pairs per 10 cm; S is a proportion of conductive tissues in the median cross-section of needles, %; Zn is a proportion of latewood layers in radial growth, %; P is a proportion of trees with medium and higher resin productivity, %.

Аналіз відмінностей між потомствами кандидатів у сорти-популяції синтетичні й регіональним контрольним варіантом області свідчить, що всі походження КНП із Харківської області перевершують свій регіональний контроль лише за виходом живиці й одне ('Прихилківський-1') – за масою насіння; за рештою ознак, що свідчать про стійкість сосни до ураження кореневою губкою, вони поступаються контролю. Всі потомства КНП із Київської області були кращими від регіонального контролю за масою насіння й часткою пізньої деревини, одне потомство перевершувало його за щільністю хвої та два – за площею провідної системи хвої. За виходом живиці всі варіанти поступалися регіональному

контролю області (Київ-контроль). Потомства КНП із Волинської області перевершували свій регіональний контроль (Волинь-контроль) за всіма визначеними ознаками, за винятком показника площі провідної системи хвої.

Результати комплексного оцінювання варіантів за ознаками стійкості до ураження кореневою губкою (див. табл. 2) показали, що сім із дев'яти потомств КНП перевершують місцевий контроль ($\Sigma B_1 = 14,9$) за сумою отриманих балів (на 3–12 %). Слід також відзначити, що у варіантах 'Прихилківський-1' 'Луцький-2', 'Луцький-3' зафіксовано збільшення відмінностей із контролем (10 і 12 %, 8 і 12 %, 3 і 10 % відповідно), а в решти – зменшення (3–7 % і 7–14 % відповідно). Поступалися місцевому контролю за ознаками стійкості потомства 'Київський-4' (на 16 %) і 'Київський-5' (9 %).

Місцевий контрольний варіант відповідно до комплексного оцінювання потомств КНП у сортовипробних культурах сосни звичайної за стандартною методикою, що враховує показники росту, прямизну стовбура і стан, оцінено сумою балів, яка дорівнює 11,9 (див. табл. 1), а з урахуванням ознак стійкості до ураження кореневою губкою – 26,8 (див. табл. 1, 2). Згідно із запропонованою нами методикою, перспективними за першим варіантом оцінювання є потомства, сума балів оцінювання яких становить не менше ніж 13,2, а за другим – не менше ніж 29,5 (перевищення показника місцевого контрольного варіанта більше ніж на 10 %) (рис. 2).

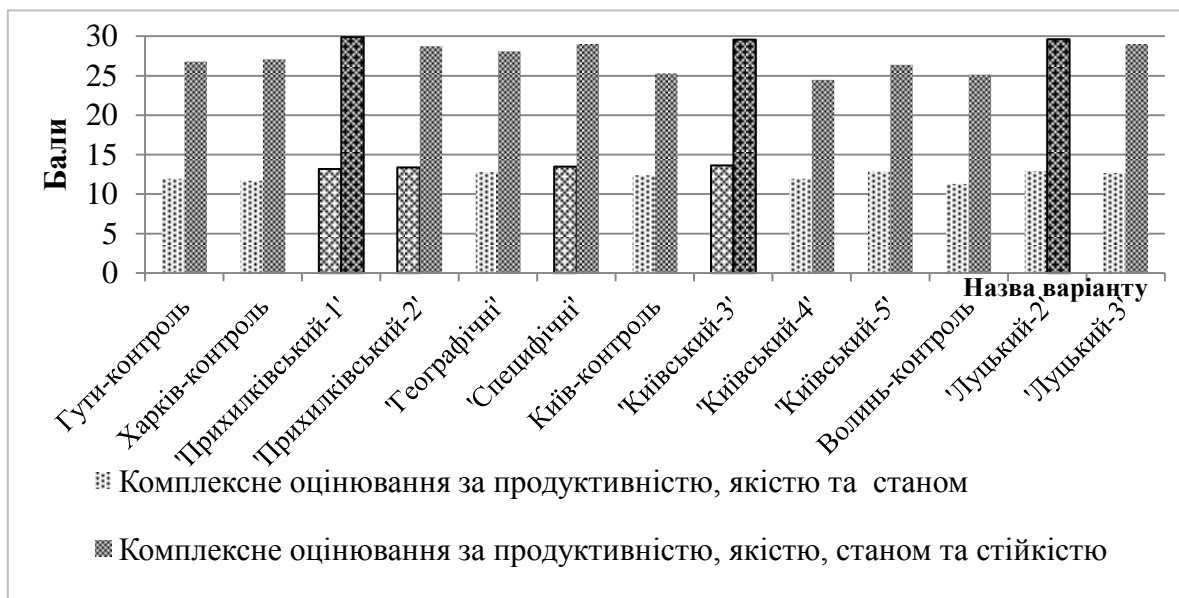


Рис. 2 – Перспективність потомств КНП сосни звичайної за різними шкалами комплексного оцінювання (перспективні варіанти виділено темнішим кольором)

Fig. 2 – Prospects of clonal seed orchard progenies of Scots pine according to different scales of comprehensive assessment (promising variants are highlighted in a darker colour)

Аналіз отриманих результатів свідчить, що за показниками росту, прямизною стовбурів та станом лідерами є потомства КНП переважно з Харківської області: 'Прихилківський-1' ($\Sigma B = 13,2$), 'Прихилківський-2' ($\Sigma B = 13,4$), 'Специфічний' ($\Sigma B = 13,5$) і один варіант із Київської області – 'Київський-3' ($\Sigma B = 13,7$). Під час оцінювання з урахуванням ознак стійкості в ранжуванні варіантів за балами відбулися зміни, і перспективними ($\Sigma B \geq 29,5$) за комплексом всіх досліджених ознак виявилися представники з усіх трьох областей – 'Прихилківський-1' ($\Sigma B = 29,9$) (Харківська область), 'Київський-3' ($\Sigma B = 29,6$) (Київська область), і 'Луцький-2' ($\Sigma B = 29,6$) (Волинська область). Решта варіантів були умовно перспективними ($\Sigma B = 11,9-12,9$; $\Sigma B = 24,5-29,0$ відповідно).

За результатами комплексного оцінювання (Tereshchenko & Dyshko 2019) потомств КНП, вирощених з того ж садивного матеріалу, але в кліматичних умовах, що характеризуються більшою сумою річних температур і меншим зволоженням, на ділянці «Зміївського лісового господарства» лідером серед кандидатів у сорти-популяції синтетичні був варіант 'Географічний', який було визнано перспективним для вирощування в локальних умовах ділянки за ростом, прямизною стовбурів та станом. Автори прийшли до висновку, що походження західних регіонів в умовах Харківщини поступаються варіантам зі сходу та центру України. На жаль, оцінювання у сортовипробних культурах сосни звичайної на ділянці філії «Зміївського лісового господарства» на стійкість до кореневих гнилей не проводили. Це б дало змогу підтвердити або ж спростувати раціональність використання системи балового оцінювання на стійкість.

Аналіз результатів проведених досліджень дав змогу виявити відмінності між потомствами КНП і порівняти їх між собою. Застосування додаткових показників під час комплексного оцінювання є доцільним, оскільки дає можливість отримати детальнішу інформацію та оцінити дерева з погляду стійкості до ураження кореневою губкою. Зважаючи на невисоку диференціацію показників під час оцінювання потомств КНП вважаємо необхідним продовжити пошук маркерних ознак стійкості.

Висновки. Пошук ефективних маркерних ознак, які можна було би використовувати для діагностики та відбору дерев із підвищеною стійкістю до кореневої губки, залишається одним з важливих напрямів досліджень. Запропонований нами підхід, на відміну від традиційних методів, які передбачають лише визначення ростових характеристик та частки уражених хворобою дерев у насадженні, дає можливість відбирати дерева, які відрізняються від сприйнятливих до ураження кореневою губкою за комплексом ознак та потенційно є стійкішими.

За показниками росту, якості стовбурів та стану лідерами серед потомств КНП були варіанти зі сходу ('Прихилківський-1', 'Прихилківський-2', 'Специфічний') та центру ('Київський-3') України, тоді як із урахуванням ознак стійкості серед найкращих були представники всіх регіонів ('Прихилківський-1', 'Київський-3' і 'Луцький-2').

Результати проведеного дослідження потомства КНП сосни звичайної з різних регіонів України свідчить, що віддаленість місць росту материнських насаджень впливає на адаптивність та інтенсивність ростових процесів у ювенільному віці потомств.

Комплексне оцінювання кандидатів у сорти-популяції за шкалою балового оцінювання лісових деревних видів за інтенсивністю росту, прямизною стовбурів, станом та з урахуванням ознак стійкості до кореневої губки дасть можливість визначити потенційно найперспективніші з них для збору насіння та заготівлі живців та створювати високопродуктивні насадження із підвищеним фітоімунітетом до ураження кореневою губкою в умовах Лісостепової зони Харківської області.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Andreieva, V., Voitiuk, V., Kychyliuk, O., Hetmanchuk, A. 2020. Silvicultural and breeding evaluation of Scots pine half-siblings in Volyn region. Lesya Ukrainka Eastern European National University Scientific Bulletin. Series: Biological Sciences, 2(390): 8–15 (in Ukrainian).

Asiegbu, F. O., Adomas, A., Stenlid, J. A. N. 2005. Conifer root and butt rot caused by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. sl. Molecular plant pathology, 6 (4): 395–409.

Bilir, N., Prescher, F., Lindgren, D., Kroon, J. 2007. Variation in seed related characters in clonal seed orchards of *Pinus sylvestris*. In Seed Orchards Genetic Considerations on Function, Management and Seed Procurement. New Forests; Dordrecht: 36 (2): 187–199. <https://doi.org/10.1007/s11056-008-9092-9>

Carson, S. D. and Carson, M. J. 1989. Breeding for resistance in forest trees-a quantitative genetic approach. Annual Review of Phytopathology, 27(1): 373–395.

Deflorio, G., Horgan, G., Woodward, S., Fossdal, C. 2012. Gene expression and metabolism of phenolic compounds in Sitka spruce clones inoculated with *Heterobasidion annosum*. Proceeding of the XIII International Conference on Root and Butt Rot of Forest Trees. Firenze (FI) – S. Martino di Castrozza (TN), Italy, 4th–10th September 2012. University Press, Firenze, p. 17–21.

Dyshko, V. A. and Torosova, L. O. 2016a. Features of growth processes of Scots pine in plantation affected by root rot. *Forestry and Forest Melioration*, 128: 134–142 (in Ukrainian).

Dyshko, V. A. and Torosova, L. O. 2016b. Peculiarities of morphometric and anatomical characteristics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the stand affected by root rot. *Forestry and Forest Melioration*, 129: 153–161 (in Ukrainian).

Dyshko, V. A., Ustskyy I. M., Mykhaylichenko O. A. 2015. Morphological and biochemical differences of trees with different resistance to annosum root rot. *Forestry and Forest Melioration*, 126: 218–224 (in Ukrainian).

Gori, Y., Camin, F., Cherubini, P., La Porta, N. 2011. Tree-ring as proxies of stress caused by *Heterobasidion parviporum* at three different mature stands in Trentino. XIII Conference "Root and Butt Rot of Forest Trees". IUFRO Working Party 7.02. 01: 62.

Haapanen, M., Velling, P., Annala, M. L. 1997. Progeny trial estimates of genetic parameters for growth and quality traits in Scots pine. *Silva Fennica*, 31(1): article id 5605. <https://doi.org/10.14214/sf.a8506>

Hammer, D. and Harper, D. A. 2001. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4(1), 1–9.

Hayda, Y., Los, S., Yatsyk, R., Tereshchenko, L., Shlonchak, G., Mytrochenko, V., Neyko, I., Samodai, V., Smashnyuk, L., Klisz, M. 2019. Seed orchards in Ukraine: past, present and prospects for the future. *Folia Forestalia Polonica*, 61: 284–298.

Holmes R. J. 1994. *Dendrochronology Program Library-Users Manual*. University of Arizona, Tucson, AZ, USA.

IUFRO, 2017. Proceedings of IUFRO Seed Orchard Conference 2017, 4–6 September 2017, Bålsta, Sweden. Funda, T. & Hallingbäck, H. (Eds.).

Krynytskiy, G., Voytiuk, V., Andreeva, V. 2010. New approaches in groundwork of early diagnostic method of growth of posterities of plus trees of Scotch pine. The nature of Western Polissia and adjacent territories: collection of scientific works of the Volyn National University named after Lesya Ukrainka, 7: 107–117 (in Ukrainian).

Ladeyshchikova, E. I., Pobegailo, A. I., Bely, G. D. et al. 1974. On the causes of the predisposition of pine trees on old arable lands to disease. In: *Root rot*. Kharkiv. Prapor, p. 22–31 (in Russian).

Lindgren, D. 2013. Seed orchards and aspects on supporting tree breeding. In: *Challenges and Opportunities for the World's Forests in the 21st Century*. Springer, p. 481–487.

Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Gayda, Yu. I., Ustimenko, P. M. 2014. State of forest genetic resources in Ukraine. Kharkiv, Planeta-Print, 138 p.

Marčiulynas, A., Sirgedaitė-Šežienė, V., Žemaitis, P., Baliuckas, V. 2019. The resistance of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) half-sib families to *Heterobasidion annosum*. *Forests*, 10(3): 287.

Mazhula, O. S. 2009. Test plantations of artificial varieties-populations of Scots pine. *Scientific Bulletin of UNFU*, 19(11): 17–20 (in Ukrainian).

McKeand, S., Jett, J., O'Berry, S., Heine, A. 2017. New challenges for seed orchard management of loblolly pine in the southern US. Proceedings of IUFRO Seed Orchard Conference, 2017, p. 4–6.

Methodology of variety testing of forest tree species. Departmental test (new edition). 2020. [Los, S. et al.]. Kharkiv, URIFFM, 37 p. (in Ukrainian).

Musienko, S., Luk'yanets, V., Tarnopylska, O., Kobets, O., Babenko, V. 2018. Merchantability and assortment structure of pine stands affected by root rot in the Volyn Polissya region, Ukraine. *Central European Forestry Journal*, 64: 96–103.

Napierala-Filipiak, A. and Filipiak, M. 2012. Higher resistance of the offspring of Scots pine trees resulting from natural regeneration in old foci of *Heterobasidion annosum* root rot. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 27(8): 794–799.

Osadchuk, L. S. 2013. Morphological and anatomical parameters of Scots pine needles in trees of different categories of resin productivity. *Scientific Bulletin of UNFU*, 23.8: 18–22 (in Ukrainian).

Rieksts-Riekstīns, R., Zeltīns, P., Baliuckas, V., Bruna, L., Zaluma, A., Kapostīns, R. 2019. *Pinus sylvestris* breeding for resistance against natural infection of the fungus *Heterobasidion annosum*. *Forests*, 11: 23.

Sierota Z. 2013. *Heterobasidion* root rot in forests on former agricultural lands in Poland: Scale of threat and prevention. *Scientific Research and Essays*, 8 (47): 2298–2305.

Skrøppa, T., Solheim, H., Hietala, A. 2015. Variation in phloem resistance of Norway spruce clones and families to *Heterobasidion parviporum* and *Ceratocystis polonica* and its relationship to phenology and growth traits. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 30: 103–111.

Tereshchenko, L. I. and Dyshko, V. A. 2019. Results of 20-year testing of candidates to synthetic varieties-populations of Scots pine in conditions of Zmiyivske Forestry Enterprise in Kharkiv Region. *Forestry and Forestry Melioration*, 134: 33–42 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.134.2019.33>

Tkachuk, V. I. and Ustsky, I. M. 2002. Soil conditions of pine plantations in Zhytomyr region affected by root rot. *Scientific Bulletin of UNFU*, 12(4): 143–150 (in Ukrainian).

Vázquez-González, C., Zas, R., Erbilgin, N., Ferrenberg, S., Rozas, V., Sampedro, L. 2020. Resin ducts as resistance traits in conifers: linking dendrochronology and resin-based defences. *Tree Physiology*, 40 (10): 1313–1326.

Dyshko V.¹, Oszako T.², Borowik P.²

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF SCOTS PINE CLONE SEED ORCHARD PROGENIES BY GROWTH CHARACTERISTICS AND RESISTANCE TRAITS IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF KHARKIV REGION

¹*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky*

²*Forest Research Institute, Poland*

The 20-year-old variety-tests of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), represented by seed progeny of clonal seed orchards (CSOs) and general collection of plantations of state enterprises from Volyn, Kyiv and Kharkiv regions, were examined. In each variant, 20 trees were selected and examined for growth characteristics (height and diameter), trunk straightness, condition, as well as for traits related to pine resistance to the root rot (seed weight, density of needles on shoots, parameters of the conductive system of needles in the mid-section, width of layers of late and early wood, intensity of oleoresin release from micro-wounds). A comprehensive assessment of the CSOs progeny presented at the site was carried out according to the standard methodology, which provides for the assessment of growth characteristics, trunk straightness and condition, as well as the proposed modified scale, taking into account the potential of tree resistance to root rot. In the evaluation of seed progenies of CSO using the standard methodology, the leaders were mainly from the east of Ukraine, while according to the modified methodology, the leaders were from all three regions. The use of resilience traits in the complex assessment of the progeny of plus and best trees and populations will allow to propose new varieties of forest tree species for the creation of plantations with increased resistance.

Key words: varieties-populations, *Heterobasidion annosum*, “conditionally resistant” trees.

E-mail: valya_dishko@ukr.net

Одержано редколегією 12.09.2023



Л. І. ТЕРЕЩЕНКО

**ВІДБІР І ЗБЕРЕЖЕННЯ ПЛЮСОВИХ ДЕРЕВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ
ЧЕРНІГІВСЬКОГО ПОЛІССЯ ТА ЛІСОСТЕПОВОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНИ**

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Наведено результати обстеження 80 плюсових дерев сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), відібраних понад 35 років тому в деревостанах Чернігівської, Харківської та Черкаської областей. Визначено їхні ростові та якісні показники, селекційну категорію, стан, інтенсивність репродукції. Отримані в процесі обстежень дані зіставлені з даними паспортів плюсових дерев на рік відбору. За результатами дослідження не виявлено чіткої тенденції щодо характеру зміни ростових показників плюсових дерев. Із віком ростові показники плюсових дерев зменшили перевершення над середніми показниками обстежених деревостанів до 3–9 % за висотою та до 3–13 % за діаметром. Більшість обстежених плюсових дерев характеризувалися якісними стовбурами. Висота й прямизна стовбура визначені найважливішими показниками під час відбору плюсових дерев. Відзначено тенденцію до погіршення стану плюсових дерев із віком. Проаналізовано підходи до відбору плюсових дерев сосни звичайної та надано пропозиції щодо удосконалення критерію відбору. Запропоновано спрямувати подальшу діяльність на створення електронної бази даних детальних протоколів відбору дерев і характеристик їхніх генотипів, а також збереження всіх відібраних плюсових дерев в умовах *ex situ*.

Ключові слова: *Pinus sylvestris* L., показники росту, якість стовбура, селекційне оцінювання дерев, стан плюсових дерев.

Вступ. В основі багатьох сучасних методів лісової селекції лежить метод відбору найкращих дерев для подальшого розмноження та використання. Якщо в другій половині ХХ століття першочерговим завданням було проведення селекційної інвентаризації лісових насаджень, зокрема відбір плюсових дерев (ПД), то нині актуальним є моніторинг їхнього стану, оцінювання та залучення до програм насінництва. Відібрані ПД використовують для створення архівно-маточних і лісонасінних плантацій, генетичних банків, а також для вивчення спадкових властивостей у випробних культурах.

З метою селекції для підвищення продуктивності та якості лісів відібрані плюсові дерева сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) мають вирізнятися інтенсивним ростом, прямостовбурністю, повнодеревністю, добрим заростанням сучків та очищенням стовбурів від них, відсутністю вад, рівномірно розвиненою кроною, стійкістю до несприятливих чинників, збудників хвороб і шкідливих комах та відсутністю значних механічних пошкоджень. Зазвичай висота є ключовою ознакою серед показників, які застосовують під час відбору (Liziniwicz et al. 2020). Важливими показниками також є товщина гілок, форма крони, прямизна деревних волокон, репродукція.

Велике значення має відбір ПД у найкращих, перевірених за потомством, джерелах насіння (базових популяціях) (Varner et al. 1992). У минулому у Великій Британії багато елітних дерев було зрубано, оскільки вони мали найвищу ціну (Clark & Wilson 2005). Нині відомості щодо відібраних найкращих дерев зберігаються в базі даних цієї країни, причому єдина дослідницька організація забезпечує збереження записів. Якщо дерево додано до бази даних, його не дозволяють рубати принаймні доти, доки від нього не буде отримано насіння або матеріал для щеплення не зберігатиметься в банку клонів, відповідно до загальноприйнятої європейської практики. Водночас право власності на відібране дерево зберігається за землевласником (Clark & Wilson 2005). Доцільно маркувати, детально описувати та каталогізувати кожне відібране ПД, щоб селекціонери могли обмінюватися цією інформацією (Plym Forshell 1964). Методи відбору ПД постійно вдосконалюють (Mergen 1959, Clark & Wilson 2005, Kumar & Naseer 2023).

У разі започаткування нових програм селекції рекомендовано розглядати використання та збереження генетичних ресурсів комплексно (Kim et al. 2020).

Перші роботи із селекційної інвентаризації деревостанів і відбору ПД проведено в країнах Скандинавії та Фінляндії наприкінці 40-х років ХХ століття (Jansson et al. 2016).

В Україні активні роботи з відбору ПД і створення клонових насінних плантацій розпочалися в УкрНДЛГА під керівництвом С. С. П'ятницького (Pyatnytskyi 1967). У 1957 р. Н. І. Давидовою здійснено відбір та розмноження ПД дуба звичайного (*Quercus robur* L.) (Davydova 1967), а в 1962 р. С. М. Прилуцькою – сосни звичайної (Prilutskaaya 1965). Водночас широкомасштабна й цілеспрямована селекційна інвентаризація відбувалася в 1970–1980-х рр. Більшість об'єктів і територій, занесених до Державного реєстру, відібрано саме в цей період. Нині Держреєстр містить 4,6 тис. ПД, зокрема понад 1,3 тис. – сосни звичайної. За Державною програмою розвитку лісонасінневої справи (2010–2015 рр.) було відібрано 848 ПД шести деревних видів (Los et al. 2019). Відбір і збереження ПД без їхнього залучення до селекційних програм залишаються пасивними методами збереження цінного генофонду *in situ*. На жаль, більшість ПД не використовують.

Фенотипова цінність ПД відображає спільну дію генетичних та екологічних впливів. Відбір за генотипом може в перспективі підвищити ефективність генетичного вдосконалення. Кожне дерево має унікальний генотип, тому його можна ідентифікувати за генетичним профілем методом ДНК-аналізу. За даними польських учених (Wojnicka-Półtorak et al. 2023), восьми поліморфних мікросателітних локусів ядерного геному достатньо для створення такого профілю для сосни звичайної.

Чи доцільно й надалі періодично проводити інвентаризацію ПД до часу їхнього природного відмирання, а замість втрачених відбирати нові ПД? Чи перейняти світову практику щодо активного використання всіх відібраних ПД у селекції та насінництві – їх обов'язкового збереження *ex situ*? Такий досвід також передбачає створення електронної бази даних детальних протоколів відбору ПД та характеристик їхніх генотипів. З погляду практичної селекції цінність ПД визначається за результатами оцінювання його насінневого потомства у випробних культурах. Плюсовим деревом розпоряджається землевласник після підтвердження ідентичності генотипу ПД в умовах *in situ* та його клону в умовах *ex situ* (на архівно-маточних плантаціях) (Clark & Wilson 2005).

Однотимчасні широкомасштабні дослідження, які охоплювали інвентаризацію, детальне обстеження й вивчення лісових генетичних резерватів, плюсових насаджень і ПД, здійснені в Україні у 2001–2005 рр., стосувалися генетичних ресурсів листяних видів в умовах *in situ*. Подібні селекційні дослідження щодо збереження об'єктів генофонду хвойних видів не проводили. Тому публікації результатів таких робіт є нечисленими (Los et al. 2014), а стосовно результатів інвентаризації ПД хвойних видів – практично відсутні. З певною періодичністю представники Державної організації «Український лісовий селекційний центр» та її відокремлених підрозділів – зональних лісонасінневих лабораторій перевіряють наявність самих ПД та визначають їхній стан без проведення обмірів. Тому оцінювання селекційної цінності ПД сосни звичайної через тривалий період від часу відбору є важливим та актуальним.

Метою досліджень було зіставлення первинних і сучасних характеристик плюсових дерев сосни звичайної як об'єктів збереження *in situ* в умовах Чернігівського Полісся, Правобережного та Лівобережного Лісостепу та удосконалення підходів до відбору плюсових дерев, а також надання пропозицій щодо підвищення ефективності їхнього відбору.

Матеріали й методи. Обстеження 80 ПД сосни звичайної віком понад 70 років проведено в Чернігівському Поліссі, Правобережному (Черкаська область) та Лівобережному (Харківська область) Лісостепу впродовж 2004–2022 рр.

На Чернігівщині 60 ПД сосни звичайної у п'яти лісових господарствах відібрано за участі наукової співробітниці УкрНДЛГА С. М. Прилуцької, зокрема у 1963 р. – у Ревунівському лісництві (нині – філія «Чернігівське лісове господарство» Державного спеціалізованого господарського підприємства «Ліси України») та Тупичівському лісництві (філія «Городнянське лісове господарство»), у 1973 р. – у Брецькому лісництві (філія «Корюківське лісове господарство») та Узруївському лісництві (філія «Новгород-Сіверське

лісове господарство»). На час нашого обстеження (2004 р.) всі ПД Чернігівщини знаходилися на території лісових генетичних резерватів. У процесі інвентаризації виявлено, що ПД в Тупичівському лісництві списані через незадовільний стан, а у 2002 р. відібрані нові. Загалом у Чернігівській області обстежено 51 ПД сосни звичайної, причому обміри двох сухих ПД. Відповідно до паспортів ПД деревостани, в яких відібрано дерева, мають природне походження, за винятком деревостану Тупичівського лісництва.

У Харківській області масовий відбір ПД сосни звичайної проведено під керівництвом П. І. Молоткова та Н. І. Давидової у 1973 р. У 2021 р. обстежено два ПД у деревостані природного походження (кв. 40), чотири – у деревостані штучного походження (кв. 55) Володимирівського лісництва (філія «Гутянське лісове господарство»), які нині знаходяться на території НПП «Слобожанський». У плюсовому насадженні штучного походження Малинівського лісництва (філія «Чугуєво-Бабчанське лісове господарство») (кв. 42), що знаходиться на території ландшафтного заказника місцевого значення «Малинівський», у 2019 р. обстежено п'ять ПД.

Генетичний резерват Закревського лісництва філії «Черкаське лісове господарство» Черкаської області входить до складу ботанічної пам'ятки природи загальнодержавного значення «Закревський бір», який є частиною Черкаського бору – найбільшого в Україні соснового масиву природного походження, найпівденнішою частиною ареалу сосни звичайної. Площа Закревського бору становить 105,5 га, його деревостани мають переважно штучне походження. У 2022 р. обстежено 18 ПД, відібраних у 1986 р. співробітниками ДП «Київська ЛНДС». На час обстеження ПД знаходилися у кв. 8 та кв. 10, ТЛУ – С₂, вік – 107 та 121 р.

Всі обстежені ПД у Черкаській і Харківській областях було ідентифіковано відповідно до їхньої нумерації за Держреєстром і документацією підприємств. Оскільки під час обстеження в Чернігівській області не всі ПД вдалося ідентифікувати, дані було згруповано та узагальнено за лісництвами.

Під час досліджень ПД визначали їхні біометричні параметри (діаметр стовбура на рівні 1,3 м, загальну висоту, висоту до першого сучка та першої живої гілки), ширину крони, прямизну стовбура, селекційну категорію, стан, інтенсивність репродукції. Відзначали вади та пошкодження. Протяжність безсучкової частини стовбура розраховували як відношення (%) висоти стовбура до першої гілки до загальної висоти дерева. Ширину крони визначали за відстанню між найширшими межами проекції крони. Інтенсивність репродукції оцінювали за шкалою О. О. Корчагіна (Guidelines for forest seed production 2017).

Середні ростові показники для тимчасових пробних площ (ТПП) сосни звичайної в генетичних резерватах (виняток – Тупичівське лісництво) Чернігівської області та в плюсовому насадженні Малинівського лісництва на Харківщині використані як контрольні для плюсових дерев. В інших деревостанах ТПП не закладали. У Володимирівському лісництві обміряли сусідні до плюсових дерева в радіусі 10 м. Також використовували характеристики деревостанів за таксаційними описами.

Пробні площі (ПП) у соснових деревостанах закладали відповідно до вимог СОУ 02.02-37-476.2006 (Forest inventory sample plots 2007). Категорію санітарного стану, селекційну категорію та якість стовбура дерев визначали відповідно до Методичних вказівок (Methodical guidelines 2021).

Дані обстежень ПД порівнювали з даними, взятими з паспортів на рік відбору. Щоб з'ясувати, якою мірою ПД були кращими за ростом, порівнюючи із середніми показниками насадження або деревами оточення, розраховували різниці відповідних показників у відсотках.

Результати та обговорення. Найпоширенішими в північній і північно-східній частинах Чернігівщини є соснові та дубово-соснові ліси, які ростуть в умовах свіжого дубово-соснового субору та свіжого соснового бору. ПД сосни звичайної відібрано саме в таких типах лісу (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика деревостанів сосни звичайної в Чернігівській області, в яких відібрано обстежені плюсові дерева (дані ТПП, 2004)

Table 1

Characteristics of Scots pine stands in the Chernihiv region, where the surveyed plus trees were selected (data from temporary sample plots, 2004)

Філія, лісництво, кв. Branch, forestry, subcompartment	Рік відбору Year of selection	ТЛУ Type of forest site conditions	Вік, років Age, years	Склад насадження Composition of the stand	Відносна повнота Relative density of stocking	Середні Average		Бонітет Forest site index	Стан, бал Condition, points
						висота, м height, m	діаметр, см diameter, cm		
Чернігівське ЛГ, Ревунівське, 12	1963	A ₂	143	10Сз, поод. Бп	1,0	31,0	46,5	I	2,6
Чернігівське ЛГ, Ревунівське, 6	1963	B ₂	133	10Сз, поод. Бп	1,0	30,0	43,0	I	2,1
Корюківське ЛГ, Брецьке, 33	1973	B ₂	118	8Сз1Дз1Бп+ Ос	1,1	26,5	38,5	II	2,0
Новгород-Сіверське ЛГ, Узруївське, 42	1973	B ₂	131	10Сз+Дз+Бп, поод. Клг, Грз, Ябл	0,8	27,5	43,5	II	2,4

Примітка. ТЛУ – тип лісорослинних умов.

На час обстеження всі деревостани генетичних резерватів сосни звичайної Чернігівщини переважно були чистими за складом і характеризувалися високими відносною повнотою та продуктивністю, добрим станом та якісною структурою. Частка плюсових і найкращих нормальних дерев виявилася доволі високою – від 37,3 до 56,6 %, тобто деревостани відповідали вимогам до плюсових насаджень. Водночас за прямизною стовбурів насадження Тупичівського лісництва виявилася найгіршим, хоча за продуктивністю воно характеризувалося I класом бонітету.

Згідно з даними паспортів плюсових дерев і результатів останнього обстеження ПД характеризувалися доволі високими ростовими показниками (табл. 2). Висота окремих дерев у 2004 р. сягала 32–34 м, діаметр – 54–56 см.

Водночас у деяких випадках значення показників виявилися гіршими, ніж під час відбору: зокрема для ПД Узруївського лісництва висота на рік обстеження була меншою, ніж у рік відбору, а приріст за діаметром – невеликим.

Порівняльний аналіз показників висоти груп ПД та середніх значень висоти відповідних деревостанів на час відбору дерев виявив, що перевершення для груп ПД становило від 2 до 7 %, лише в Узруївському лісництві – 13 % (табл. 3). За результатами обстеження у 2004 р. різниця зменшилася (Ревунівське (кв. 12), Узруївське лісництва), не змінилася (Ревунівське лісництво, кв. 6) або нівелювалася (Брецьке лісництво). В усіх випадках мінливість висот ПД всередині груп була дуже низькою.

Таблиця 2

Ростові показники плюсових дерев сосни звичайної в Чернігівській області на рік відбору та рік обстеження

Table 2

Growth characteristics of plus Scots pine trees in the Chernihiv region for the year of selection and the year of survey

Філія, лісництво, квартал Branch, forestry, subcompartment	Кількість ПД на рік відбору/обстеження, шт. Number of plus trees in the year of selection/survey	Середня висота (min-max), м Average height (min-max), m		Середній діаметр (min-max), см Average diameter (min-max), cm	
		на рік відбору in the year of selection	на рік обстеження in the year of survey	на рік відбору in the year of selection	на рік обстеження in the year of survey
Чернігівське ЛГ, Ревунівське, 12	7/7	29,6 (28–30)	31,8 (30–34)	38,6(36–46)	50 (44–52)
Чернігівське ЛГ, Ревунівське, 6	5/5	29,6 (29–30)	31,1 (30–32)	38,4 (30–42)	48 (40–54)
Корюківське ЛГ, Брецьке, 33	9/9	27,7 (26–29)	30,0 (28–31)	40,0 (36–46)	46,5 (41–56)
Новгород-Сіверське ЛГ, Узруївське, 42	21/19	34,1 (32–38)	31,1 (28–32)	40,0 (36–46)	44,2 (40–48)
Городнянське ЛГ, Тупичівське, 1	9/9	24,7 (24–25)	27,5 (27–28)	42,9 (40–48)	47,7 (45–53)

Таблиця 3

Різниця показників росту груп плюсових дерев сосни звичайної та середніх показників відповідних деревостанів і груп дерев оточення (Чернігівська область), %

Table 3

Difference of growth characteristics of groups of plus Scots pine trees over the average values of the respective stands and groups of the surroundings trees (Chernihiv region), %

Лісництво, квартал Forestry, subcompartment	Група дерев (рік): Tree group (year):	Різниця (%) за висотою Difference (%) in height				Різниця (%) за діаметром Difference (%) in diameter			
		$M \pm m$	σ	min/max	CV	$M \pm m$	σ	min/max	CV
Ревунівське, 12	насадження (1963)	4 ± 1,4	3,8	-4/7	3,7	3 ± 4,6	12,4	-4/32	12,0
	дерев оточення (1963)	5 ± 1,5	3,9	-2/8	3,7	12 ± 5,1	13,6	-11/22	12,2
	насадження (2004)	3 ± 1,8	4,3	-3/10	4,2	8 ± 5,7	14,1	-5/33	13,0
Ревунівське, 6	насадження (1963)	4 ± 0,9	2,0	2/5	1,9	21 ± 3,1	7,0	15/28	5,8
	дерев оточення (1963)	6 ± 0,9	2,0	4/7	1,9	34 ± 3,5	7,8	29/43	5,8
	насадження (2004)	4 ± 1,1	2,5	0/7	2,4	12 ± 6,4	14,4	-7/26	12,8
Брецьке, 33	насадження (1973)	2 ± 1,1	3,2	-4/7	3,1	2 ± 2,8	8,5	-10/15	8,3
	дерев оточення (1973)	4 ± 1,0	2,9	1/9	2,8	12 ± 3,8	11,2	-5/29	10,0
	насадження (2004)	0 ± 1,2	3,6	-7/3	3,6	8 ± 3,9	11,8	-5/30	10,9
Узруївське, 42	насадження (1973)	13 ± 1,4	6,5	0/27	5,7	25 ± 2,0	8,8	6/44	7,1
	дерев оточення (1973)	12 ± 1,5	6,5	1/27	5,8	10 ± 1,9	8,7	-8/27	7,9
	насадження (2004)	7 ± 0,8	3,3	-3/10	3,1	10 ± 1,5	6,5	0/20	5,9
Тупичівське, 11	насадження (1973)	3 ± 2,9	8,1	-8/14	7,8	30 ± 3,2	9,2	14/43	7,0
	дерев оточення (1973)	20 ± 3,0	8,6	9/31	7,1	56 ± 3,0	8,4	43/69	5,4
Тупичівське, 1	насадження (2002)	7 ± 0,6	1,9	4/9	1,8	53 ± 3,4	10,2	43/71	6,6

Перевершення показниками груп ПД середніх значень відповідних деревостанів за діаметром становило від 2 до 53 %, варіювання діаметрів всередині груп було низьким та дуже низьким. Перевершення для груп ПД Ревунівського (кв. 12) та Брецького лісництв становило менше ніж 20 %, для решти воно було більшим. На час обстеження значення показника груп дерев у вищезгаданих лісництвах збільшилося, а в Ревунівському (кв. 6) та Узруївському лісництвах зменшилося.

У рік відбору перевершення групами ПД середніх значень показників росту для дерев оточення, порівнюючи із середніми значеннями відповідних деревостанів, у 80 % випадків (виняток – Узруївське лісництво) виявився більшим (див. табл. 3). Тому використання методу зіставлення показників росту ПД із середніми показниками 10 дерев у його оточенні призводитиме до завищених очікувань від відібраних плюсових дерев. Метод порівняння із середніми значеннями відповідних деревостанів у цьому випадку є кращим. Або, як зазначають S. Kumar та Md. Naseer (2023), порівняння дерева-кандидата у плюсові слід проводити з п'ятьма найкращими деревами, відібраними у межах 100 м від нього. Значне перевершення висот ПД над висотами дерев оточення у Тупичівському лісництві (усереднено 20 %) могло бути зумовлене низкою чинників: рельєфом ділянки, різним віком дерев, наявністю листяних видів у складі деревостану, замалою кількістю дерев оточення (три дерева), неточністю вимірювання. Плюсові дерева цього лісництва, як ті, які були списані, так і ті, які відібрали у 2002 р., вирізнялися з-поміж інших груп ПД великими діаметрами.

Загалом, за результатами обстеження 95 % ПД Полісся зберегли переваги за ростом у висоту та 92 % – за діаметром. Перевершення обстежених ПД над середніми показниками деревостанів за висотою становили в середньому 7 %, за діаметром – 13 %.

Під час обстеження практично всі ПД характеризувалися прямими стовбурами. Частка крони від загальної висоти дерева становила в середньому від 20 до 29 %. ПД насаджень Ревунівського лісництва характеризувалися вузькою кроною (середній діаметр крони – 4,6 м), Тупичівського – переважно були ширококронними (середній діаметр – 7,1 м), в Узруївському та Брецькому лісництвах переважала проміжна форма крони (середній діаметр – 6,3 м). Довжина крони усереднено становила 7 м (від 5,4 до 7,8 м).

Високими якісними характеристиками на рік відбору вирізнялася група ПД Брецького лісництва: безсучкова частина стовбура становила в середньому 70 %, в інших випадках цей показник становив від 44 до 64 %. За результатами нашого обстеження з'ясувалося, що різниця за ознакою серед груп ПД відсутня, тобто протяжність безсучкової частини становила в середньому 71 % для ПД Брецького, Узруївського та Ревунівського лісництв (21–22 м в абсолютних значеннях). Водночас для ПД Тупичівського лісництва (кв. 1) вона становила в середньому 34 % (на час відбору – 33 %), що свідчить про невисоку селекційну цінність таких дерев. Отже, використаний підхід до відбору ПД, згідно з яким перевагу надають деревам великого діаметра, засвідчив його недостатню обґрунтованість. За протяжністю стовбура до першої живої гілки ПД Тупичівського лісництва мало поступалися ПД інших насаджень (зокрема 68 % проти 74 % у Брецькому лісництві).

Під час відбору всі ПД у Ревунівському лісництві віднесено до I селекційної категорії (СК), в Узруївському лісництві частка таких дерев становила 43 %, в Брецькому – 56 %. За результатами нашого обстеження більшість ПД відповідали II СК; у Ревунівському лісництві 25 % ПД зберегли I СК, в Узруївському таких дерев залишилося 16 %, у Брецькому – 22 %. Зниження селекційної цінності зумовлене невеликими перевершеннями за показниками росту або наявністю певних вад, переважно в кроні. Одне ПД в Узруївському лісництві віднесено до категорії нормальних (III СК). Селекційна категорія відібраних у 2002 р. ПД у Тупичівському лісництві в паспортах не зазначена, за результатами нашого обстеження п'ять із дев'яти ПД відповідали вимогам до найкращих нормальних дерев (II СК), решта є нормальними деревами.

Якщо на рік відбору всі ПД характеризувалися добрим станом, то під час нашого обстеження у третини (31 %) він дещо погіршився і був визнаний задовільним, два ПД всохли. Водночас відмінним станом вирізнялися одне ПД в Брецькому та три ПД в Тупічевському лісництвах.

У Харківській області, у Володимирівському лісництві, згідно з даними паспортів, висоту сусідніх щодо ПД дерев не визначали, а діаметр плюсових дерев був більшим від такого у груп дерев оточення в середньому на 9 % (кв. 55) і 20 % (кв. 40). За результатами обстеження 2021 р. перевершення плюсовими деревами середніх показників груп дерев оточення за висотою в середньому становили 8,6 % (кв. 55) і 12,7 % (кв. 40). За діаметром у кв. 55 два з чотирьох дерев поступалися деревам оточення, внаслідок чого за середнім діаметром переваг не виявлено, водночас у кв. 40 перевершення за діаметром ПД № 26 становило 45 % (табл. 4).

Таблиця 4

Характеристика обстежених плюсових дерев Харківській області (2021 р.)

Table 4

Characteristics of the surveyed plus trees of Scots pine in Kharkiv region (2021)

Номер плюсового дерева за Держреєстром Number of the plus tree in the State Register	Плюсові дерева Plus trees		Групи дерев оточення (ГДО) Groups of the surroundings trees (GST)		Перевершення плюсовими деревами середніх показників Plus trees exceedance in the average values				Стан, бали Condition, points
	Висота <i>h</i> , м Height <i>h</i> , m	Діаметр <i>d</i> , см Diameter <i>d</i> , cm	Висота <i>h</i> , м Height <i>h</i> , m	Діаметр <i>d</i> , см Diameter <i>d</i> , cm	деревостану of the stand		ГДО of GST		
					<i>h</i> , %	<i>d</i> , %	<i>h</i> , %	<i>d</i> , %	
Володимирівське л-во, кв. 55, ТЛУ В ₂ , 10Сз, повнота 0,66, I бонітет, 128 р.									
17	34,5	44,0	29,4	48,3	–	–	17,3	-8,9	3
18	34,5	50,0	32,3	46,5	–	–	6,8	7,5	2
19	34,0	46,0	32,5	50,7	–	–	4,6	-9,3	3
20	34,5	53,0	32,7	48,0	–	–	5,5	10,4	2
Володимирівське л-во, кв. 40, ТЛУ В ₂ , 9Сз1Бп+Ос, повнота 0,5, II бонітет, 148 р.									
26	33,5	58,0	29,0	40,0	–	–	15,5	45,0	2
27	33,5	64,0	30,5	56,0	–	–	9,8	14,3	3
Малинівське л-во, кв. 42, ТЛУ В ₂ , 9Сз1Дз, повнота 0,45, I бонітет, 156 р.									
56	33,2	48,0	–	–	7,4	-7,0	–	–	3
57	34,1	54,0	–	–	10,4	4,7	–	–	2
58	29,1	52,0	–	–	-5,8	0,8	–	–	3
59	31,6	60,0	–	–	2,3	16,3	–	–	2
60	30,3	52,0	–	–	-1,9	0,8	–	–	2

При цьому значення діаметрів двох ПД (№ 17 та № 19) були меншими за середнє для дерев оточення як на рік відбору, так і на рік обстеження. Найкращими за ростом залишилися ПД № 18 і № 20. Збільшення різниці між ПД та деревами оточення за діаметром та водночас зменшення її за висотою може бути пов'язане зі зрідженням деревостану.

Під час відбору ПД у кв. 55 всі дерева було віднесено до II селекційної категорії, а у кв. 40 – до I СК. У 2021 р. жодне з обстежених ПД не перевершувало на 10 % за висотою і на 30 % за діаметром середніх у насадженні, тобто, відповідно до «Настанов з лісового насінництва» (Guidelines for forest seed production 2017), не відповідало вимогам до дерев I СК. Деревам у кв. 40 понизили статус через невисокий показник заростання сучків. Таким чином, всі ПД відповідали вимогам до найкращих нормальних дерев.

За даними обстеження ПД у Володимирівському лісництві середні показники становили: висота безсучкової частини стовбура– 42,6 % (варіювання від 29 до 60 %), довжина крони – 13 м (варіювання від 8 до 19 м). За шириною крони ПД № 19 віднесено до вузькокронних,

№ 26 та № 27 – до ширококронних, решту – до проміжної форми. За прямизною стовбурів лише дерево № 20 характеризувалося малою кривизною, в інших ПД стовбури мали високу якість. Добрий стан – у трьох ПД, ще у трьох – задовільний. На стовбурах двох дерев виявлено плодові тіла трутовика, водночас явних ознак всихання дерев не зафіксовано.

Плюсове насадження 156-річного віку Малинівського лісництва на Харківщині у 2019 р. характеризувалося такими середніми показниками: висота – 30,9 м, діаметр – 51,6 см. Склад насадження – 9Сз1Дз. У 1973 р. у деревостані було відібрано п'ять ПД II селекційної категорії. Ці дерева у 2021 р. зберегли свій статус. Їхній стан оцінено як добрий і задовільний. Виявлено пошкодження кори у двох дерев. За ростом лише три плюсових дерева перевершували середні показники деревостану за висотою та два – за діаметром (див. табл. 4). Висота безсучкової частини стовбура ПД в середньому становила 52 % (варіювання від 39 до 58 %). Середня довжина крони – 12 м. Доцільно зазначити, що саме завдяки цьому показнику вдавалося визначати номери особин у випадках, коли напис на стовбурі погано зберігся. Тому поновлювати пояси та написи на ПД необхідно із 10-річною періодичністю. Сприяє ідентифікації також наявність фото. Підтвердженням унікальності дерев, окрім детального опису, можуть бути зображення: номера дерева, загального вигляду сосни з певної відстані, типу грубої кори, форми шишок, прямизни стовбура з позиції біля стовбура «знизу-вгору». Довжина крони плюсових дерев варіювала від 9 до 14 м. Із п'яти одне дерево (№ 58) віднесено до ширококронних, форма крони інших є проміжною. Прямі стовбури мали три дерева, у дерев № 56 та № 58 зареєстровано слабкий нахил стовбурів. Шишки відмічено на всіх деревах, ознаки доброї репродукції мало лише ПД № 57.

Отже, за результатами обстеження ПД сосни звичайної, відібраних майже 50 років тому в трьох деревостанах Харківщини, виявлено, що 73 % ПД зберегли переважання за ростом у висоту та 55 % – за діаметром. Водночас перевершення показників таких ПД над середніми показниками деревостанів за висотою становили в середньому 9,3 %, за діаметром – 4,8 % у Володимирівському й 2,5 % та 3,1 % – у Малинівському лісництві за висотою та діаметром відповідно. Невисоке перевершення показників плюсових дерев за ростом із віком зафіксовано також у дослідженнях на Тернопільщині (Hayda et al. 2008, Vesashchuk 2019).

У кв. 8 Закревського бору середня висота 11 ПД становила 37,6 м, середній діаметр – 56,9 см. Максимальна різниця між ПД за висотою дорівнювала 3 м, за діаметром – 25 см. У кв. 10 таксаційні показники семи ПД були вищими: середня висота – 40,0 м, діаметр – 64,6 см, максимальна різниця – 3 м та 22 см відповідно. На час відбору плюсові дерева перевершували насадження на 20–42 % за висотою (середнє 31 %) та на 25–75 % за діаметром (середнє 45 %). За результатами обстеження таке порівняння не проводили, оскільки таксаційні описи датовано 2014 р.

Порівняння показників росту ПД у 1986 та 2022 рр. показало, що висота дерев збільшилася у середньому на 6,5 %, діаметр – на 22,2 %. Мінливість між соснами за висотою становила 17 %, за діаметром – 43 %. У двох дерев висоти виявилися нижчими, ніж на час відбору, а ще в одного практично не збільшився діаметр (рис. 1). ПД № 52 через значний нахил стовбура до розрахунку не брали, дерево № 57 не було знайдено. Отже, за результатами обстеження 18 плюсових дерев сосни звичайної, відібраних 36 років тому, показники росту збільшилися стосовно 83 % дерев.

Висота безсучкової частини стовбура обстежених дерев у середньому становила 56 % (варіювання від 33 до 67 %), усереднена довжина крони – 11,7 м (варіювання від 4,5 до 19 м). У деяких випадках поруч з ПД росли листяні види (клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), берест (*Ulmus minor* Mill.), липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.)), які певною мірою зумовили викривлення стовбурів дерев сосни у верхній частині або асиметричність їхніх крон. Дерев з такими особливостями відносили до прямостовбурних. Асиметричність крони виявлено в шести дерев (32 %). Частки ширококронних і вузькокронних дерев були однаковими – по 26 %, решта дерев характеризувалися перехідною формою крони.

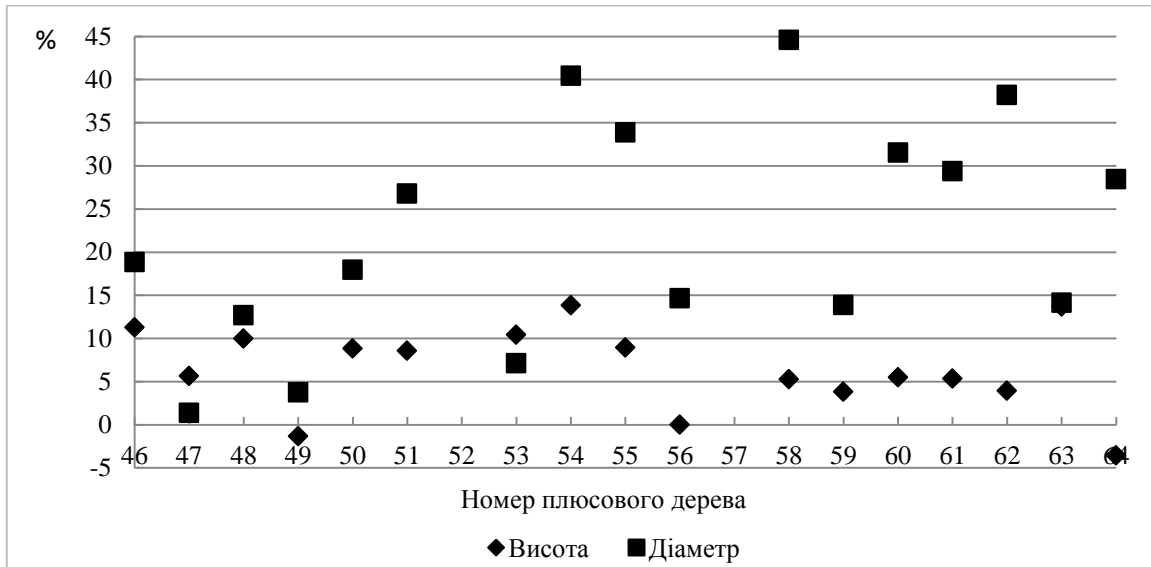


Рис. 1 – Перевершення висот і діаметрів плюсових дерев у 2022 р., порівнюючи з показниками на рік відбору (Закревське лісництво, Черкаська область)

Fig. 1 – Plus trees exceedances in heights and diameters in 2022 compared to the values at the selection year (Zakrevske Forestry, Cherkasy Region)

Більшість ПД мали II СК (67 %), частка дерев I СК становила 22 %, двом ПД (№ 52 та № 64) було знижено статус до III СК. Загальний стан насадження у кв. 10 був гіршим за такий у кв 8. Траплялися повалені, сухостійні та зламані внаслідок негоди сосни. Задовільним станом характеризувалися 12 плюсових дерев (67 %), добрим – чотири з 18 ПД (22,2 %), два дерева (11,1 %) мали незадовільний стан. У 33,3 % дерев помічено зрідженість крони, у трьох (16,7 %) виявлено ознаки ураження раком, в одного (5,6 %) – омелою австрійською (*Viscum album* subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollm.), ще в одного (5,6 %) – пошкодження окоренка.

Інтенсивність репродукції ПД Черкащини оцінено в 1–2 бали, 3 бали мало лише ПД № 58.

Зіставлення показників росту плюсових дерев трьох лісництв (без Узруївського) у Чернігівській області на рік відбору та рік обстеження показало, що за 41 рік збільшення висоти ПД сосни звичайної 118–143-річного віку у середньому становило 5,6 %, тоді як діаметра дерев всіх чотирьох лісництв – 21,6 % (рис. 2). Результати стосовно ПД віком 128–146 рр. у трьох деревостанах Харківщини за 48 років близькі до вищенаведених. Водночас за 36 років для плюсових дерев двох насаджень віком 107 і 121 років у Черкаській області значення показників виявилися вищими. Це може бути пов'язане з меншим віком дерев та більш сприятливими умовами для їхнього росту внаслідок зміни клімату, порівнюючи з Харківщиною.

Статистично підтверджений зв'язок ($r = 0,94$) між показниками діаметра в різному віці виявлено лише для плюсових дерев Володимирівського лісництва (Харківська область). Через недостатню достовірність результатів обмірів ПД проведення узагальнення в деяких випадках виявилось неможливим.

Зазначено різницю за протяжністю безсучкової частини стовбура у регіонах. Для ПД Чернігівщини очищуваність стовбура була кращою (середнє – 71 %). Тому під час відбору в Лісостепу допустимим є зниження вимог до дерев-кандидатів, із визначенням нижньої межі у 40–50 %.

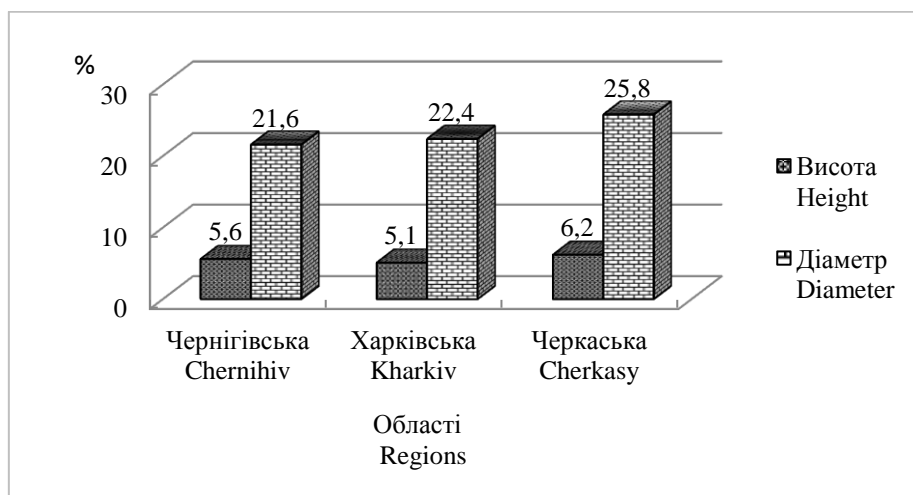


Рис. 2 – Співвідношення між показниками росту плюсових дерев на роки обстеження та відбору за областями
Fig. 2 – The ratio between the growth characteristics of the surveyed plus trees for years of selection and inspection by regions

Стан ПД сосни звичайної змінювався залежно від року обстеження. Зокрема, частка дерев задовільного стану становила: 31 % – на Чернігівщині (2004 р.), 45 % – на Харківщині (2019, 2021 рр.) та 67 % – на Черкащині (2022 р.). Окрім цього, в останньому випадку 11 % ПД характеризувалися незадовільним станом через зрідженість крони та хвороби. Погіршення стану дерев могло бути наслідком інтенсивного потепління клімату.

Під час обстеження наявність шишок виявлено в більшості плюсових дерев на Чернігівщині, в усіх ПД на Черкащині та Харківщині, проте ознаки доброї репродукції виявлено лише у декількох особин, у решти її визнано задовільною. Шишки є невеликими за розмірами. Тому без «омолодження» ПД на клонівих плантаціях створення за їхньою участю випробних культур видається складним завданням. Більшість плюсових дерев Чернігівської та Черкаської областей свого часу було вегетативно розмножено і презентовано в республіканському архіві Київської ЛНДС (нині – ДП «Клавдієвська ЛНДС»). Значна кількість клонів ПД Харківської області знаходяться в обласному клонівому архіві та на клонівих насінних плантаціях філії «Зміївське лісове господарство» ДСГП «Ліси України», хоча, на жаль, вік більшості клонівих плантацій перевищує 30 років. Потомства низки плюсових дерев ростуть у випробних культурах лісостепової частини України.

Висновки. За результатами обстеження плюсових дерев сосни звичайної на Чернігівщині через 36–48 років після відбору 95 % з них зберегли свої переваги за ростом у висоту та 92 % – за діаметром; на Харківщині – 73 % та 55 % відповідно. Перевершення обстежених ПД над середніми показниками деревостанів на Поліссі за висотою становили 7 %, за діаметром – 13 %; у Лівобережному Лісостепу – 6,2 та 6,5 % відповідно. Чіткої тенденції щодо характеру змін ростових показників плюсових дерев сосни звичайної за період понад 35 років не виявлено. Засвідчено зменшення з віком перевершення ростовими показниками ПД середніх показників обстежених деревостанів до 3–9 % за висотою та до 3–13 % за діаметром.

Більшість плюсових дерев характеризувалися якісними стовбурами: в Чернігівській області таких 95 %, Черкаській – 94 %, Харківській – 73%. Середня протяжність безсучкової частини стовбура ПД від їхньої загальної висоти – 70, 56 та 43 % відповідно. Найменш якісні стовбури виявлено в ПД на Харківщині, що може бути наслідком експлуатації природних сосняків у минулому, а також кліматичних умов регіону.

Проаналізовано підходи до відбору ПД та запропоновано на ділянці з горбистим рельєфом у мішаному деревостані проводити обміри не менше ніж 10 дерев сосни звичайної

з оточення ПД або притримуватися світової практики – обміряти п'ять найкращих дерев, відібраних у межах 100 м від дерева-кандидата. Для підтвердження унікальності кандидата, окрім детального опису, доцільно долучати його фотозображення. Під час відбору ПД слід приділяти першочергову увагу перевершенню за висотою та прямизні стовбура. Рекомендовано знизити вимоги до плюсових дерев за очищуваністю стовбура в умовах Лісостепу, порівнюючи з Поліссям, і визначити нижню межу показника протяжності безсучкової частини стовбура у 40–50 %.

Відзначено тенденцію до погіршення з віком стану плюсових дерев сосни звичайної. Подальше ефективне збереження плюсових дерев в умовах *in situ* має передбачати створення електронної бази даних детальних протоколів відбору ПД і характеристик їхніх генотипів, а також обов'язкове збереження всіх відібраних ПД в умовах *ex situ*, використання їх у селекційних програмах з випробуванням за потомством та у програмах з насінництва. Лише після підтвердження ідентичності генотипу ПД в умовах *in situ* з генотипом його клону в умовах *ex situ* подальше збереження ПД втрачає актуальність.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Barner, H., Ditlevsen, B., Olesen, K. 1992. Introduction to tree improvement. [Electronic resource]. Danida Forest Seed Centre. Lecture Note D-1. Available at: <https://www.ifgtbenvis.in/build/bibliography/b61.pdf> (accessed 30.08.2023).

Besashchuk, I. I. 2019. Ecological and economic principles of sustainable use of forest resources. [Electronic resource]. Master's thesis. Ternopil, TNEU, 82 p. Available at: <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/37039/3/%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%B0%D1%89%D1%83%D0%BA.pdf> (accessed 30.08.2023) (in Ukrainian).

Clark, J. and Wilson, T. 2005. The importance of plus-tree selection in the improvement of hardwoods. *Quarterly Journal of Forestry*, 99(1): 45–50. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/261797286> (accessed 30.08.2023).

Davydova, N. I. 1967. Selection of plus trees of common oak, checking for progenies and their vegetative propagation. Extended abstract of PhD thesis. Kharkiv, 19 p. (in Russian).

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, 32 p. (in Ukrainian).

Guidelines for forest seed production (2nd edition, supplemented and revised). 2017. Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Hayda, Yu. I., Shlonchak, G. A., Mitrochenko, V. V., Shlonchak, G. V., Vysotska, N. Yu., Torosova, L. O., Neyko, I. S., Samodai, V. P., Grigorieva, V. G., Obozny, O. I., Kokhany, S. G., Yatsyk, R. M., Grechanyk, R. M., Sapiton, O. A., Kornienko, V. P., Kuklyshyn, V. O., Mikhailov, P. P., Yurkiv, Z. M., Blystiv, V. I., Gula, L. O., Petrichenko, N. V., Guz, M. M., Danchuk, O. T. (Eds.). Kharkiv, URIFFM, 107 p. (in Ukrainian).

Hayda, Y., Popadynets, I., Yatsyk, R., Parpan, V., Humeniuk, I., Kuharskyi, T., Tyrchyk, A., Kozatska, N., Trentovsky, V. 2008. Forest genetic resources and their preservation in Ternopil region. Ternopil, Textbooks and manuals, 276 p. (in Ukrainian).

Jansson, G., Hansen, J. K., Haapanen, M., Kvaalen, H., Steffenrem, A. 2016. The genetic and economic gains from forest tree breeding programmes in Scandinavia and Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 32(4): 1–42. <https://doi.org/10.1080/02827581.2016.1242770>

Kim, I. S., Lee, K. M., Shim, D., Kim, J. J., Kang, H.-I. 2020. Plus tree selection of *Quercus salicina* Blume and *Q. glauca* Thunb. and its implications in evergreen oaks breeding in Korea. *Forests*, 11(7): 735. <https://doi.org/10.3390/f11070735>

Kumar, S. And Naseer, Md. 2023. Standard operating procedures for plus tree selection. [Electronic resource]. Institute of Forest Productivity (IFP), Ranchi. Available at: https://odishaforest.in/admin/data/documents/publication_file_331976928.pdf (accessed 16.08.2023).

Liziniwicz, M., Ene, L. Th., Malm, J., Lindberg, J., Helmersson, A., Karlsson, B. 2020. Estimation of genetic parameters and selection of superior genotypes in a 12-year-old clonal Norway spruce field trial after phenotypic assessment using a UAV. *Forests*, 11(9): 992. <https://doi.org/10.3390/f11090992>

Los, S. A., Hayda, Y. I., Tereshchenko, L. I., Yatsik, R. M., Blystiv, V. I., Vysotska, N. Yu., Torosova, L. O., Shlonchak, G. A., Mitrochenko, V. V., Neiko, I. S. 2019. Forest breeding and seed production: origins, current state and prospects. In: Nikolayenko, S. M. (Ed.). *Regeneration of forests and forest reclamation in Ukraine: origins, current state, current challenges and prospects in the conditions of the anthropocene*. Kyiv, Editorial and Publishing Department of NUBiP of Ukraine, p. 8–44 (in Ukrainian).

Los S. A., Tereshchenko L. I., Gayda Yu. I., Ustimenko P. M. 2014. State of forest genetic resources in Ukraine. Kharkiv, Planeta-Print, 138 p.

Mergen, F. 1959. Forest tree breeding research. [Electronic resource]. Unasyuva, 13(2). Available at: <https://www.fao.org/3/x5391e/x5391e04.htm> (accessed 22.08.2023).

Methodical guidelines for carrying out an inventory of tree improvement units. 2021. Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Torosova L.O. et al. (Eds.). Kharkiv, URIFFM. 64 p. (in Ukrainian).

Plym Forshell, W. 1964. Genetics in forest practice in Sweden. [Electronic resource]. Unasyuva, 73–74. FAO/IUFRO meeting on forest genetics. Vol. 18 (2–3). Available at: <https://www.fao.org/3/03650e/03650e00.htm#Contents> (accessed 22.08.2023).

Prilutskaya, S. N. 1965. Selection of plus stands and plus trees in Ukraine. Forestry and Forest Melioration, 7: 142–146 (in Russian).

Pyatnytskyi, S. S. 1967. Selection and seed production of forest breeds in Ukraine. Forestry and Forest Melioration, 9: 3–14 (in Ukrainian).

Wojnicka-Póltorak, A., Celinski, K., Chudzińska, E. 2023. Genetic resources of the oldest trees of *Pinus sylvestris* L. from the last natural forest in Europe. Dendrobiology, 89: 27–34. <https://doi.org/10.12657/denbio.089.003>

Tereshchenko L. I.

SELECTION AND CONSERVATION OF SCOTS PINE PLUS TREES IN CHERNIHIV POLISSIA AND FOREST-STEP PART OF UKRAINE

Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

The results of the survey of 80 plus trees of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) that were selected more than 35 years ago in the stands of Chernihiv, Kharkiv, and Cherkasy regions are presented. Growth and quality characteristics, selection category, condition, and intensity of reproduction were described. The data obtained during the survey have been compared to the data from the Passports of plus trees at the year of selection. According to the results of the study, there is no clear trend in the growth variables of plus trees. The percentage of the excess of the plus trees growth variables over the average values of the surveyed stands have decreased with age to 3–9 % in height and to 3–13 % in diameter. The majority of surveyed plus trees had high-quality trunks. The height and straightness of a trunk have been determined as the most important indicators for the selection of plus trees. There is a tendency for plus-trees condition to deteriorate with age. Approaches to the selection of Scots pine plus trees were analysed and proposals for improving the selection criteria were provided. It is proposed to create an electronic database of detailed protocols for the selection of the trees and characteristics of their genotypes, as well as to conserve all selected plus trees in *ex-situ* conditions.

Key words: *Pinus sylvestris* L., growth parameters, trunk quality, selective tree evaluation, plus tree condition.

E-mail: Larisa_tereshchenko@ukr.net

Одержано редколегією 09.10.2023

ЛІСОВІДТВОРЕННЯ, АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ,
ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ

УДК 630.[232.32 + 232.4 + 232.41 + 232.429 + 232.43]

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.143.2023.85>



**М. Г. РУМ'ЯНЦЕВ¹, О. М. ДАНИЛЕНКО², П. Б. ТАРНОПІЛЬСЬКИЙ¹,
В. С. ЮЩИК¹, А. А. МОСТЕПАНЮК²**

**ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО В ДОСЛІДНИХ КУЛЬТУРАХ,
СТВОРЕНИХ СІЯНЦЯМИ ІЗ ЗАКРИТОЮ КОРЕНЕВОЮ СИСТЕМОЮ,
ВИРОЩЕНИМИ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНИХ ВИДІВ ДОБРИВ,
У РІЗНІ ПЕРІОДИ ВЕГЕТАЦІЇ У ДП «ХАРКІВСЬКА ЛНДС»**

¹Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького
²Державне підприємство «Харківська лісова науково-дослідна станція»

Наведено таксаційні показники дуба звичайного (*Quercus robur* L.) у варіантах дослідних лісових культур 5-річного віку, створених сіянцями із закритою кореневою системою у ДП «Харківська ЛНДС». Визначено, що дуб у культурах, створених сіянцями, які під час вирощування підживлювали різними добривами, росте краще, порівнюючи з культурами, створеними сіянцями без підживлення. Відзначено, що рослини дуба звичайного у більшості варіантів дослідних культур, створених влітку, за ростом поступалися рослинам із варіантів, створених навесні сіянцями, вирощеними в попередньому році. Визначено, що дуб у варіантах культур, створених влітку, за ростом перевершував майже всі варіанти культур, створених восени сіянцями, вирощеними у рік садіння культур. Передсадивне оброблення сіянців дуба антитранспірантами влітку сприяло кращій їхній приживлюваності та подальшому росту в дослідних культурах на лісокультурній площі. Кращу приживлюваність та вищі таксаційні показники дуба відзначено в тих варіантах культур, в яких було проведено глибоке розпушування в борознах перед садінням, порівнюючи з культурами, створеними без розпушування ґрунту. Результати проведених досліджень свідчать про можливість суттєвого подовження строків весняного садіння культур дуба садивним матеріалом із закритою кореневою системою і, навіть, створення насаджень влітку, за умови оброблення садивного матеріалу антитранспірантами.

Ключові слова: *Quercus robur* L., таксаційні показники, добрива, обробіток ґрунту, лісовідновлення.

Вступ. Останнім часом як засіб для інтенсифікації росту садивного матеріалу головних лісоутворювальних порід, зокрема й дуба звичайного (*Quercus robur* L.), використовують різні види добрив і мікробних препаратів. Ефективність їхнього використання було доведено під час вирощування сіянців дуба із закритою кореневою системою (ЗКС) (Uharov et al. 2012, Danylenko et al. 2015, 2016, Tarnopilskyi et al. 2016, Rumiantsev et al. 2022, Vysotska et al. 2022). Проте майже відсутні дані щодо особливостей росту лісових культур, створених сіянцями із ЗКС, які під час вирощування підживлювали різними добривами й мікробними препаратами. Тому дослідження особливостей росту й розвитку лісових культур дуба, створених сіянцями із ЗКС, вирощеними із застосуванням різних видів добрив і біопрепаратів, є надзвичайно актуальним.

У ДП «Харківська ЛНДС» штучне відновлення дубових лісів відбувається переважно восени садивним матеріалом із відкритою кореневою системою (ВКС), вирощеним у поточному році. Частка садивного матеріалу дуба із ЗКС, яку використовують для лісовідновлення, також є доволі помітною – до 30 %. На теплично-розсадницькому комплексі Південного лісництва щорічно вирощують близько 7–7,5 тис. шт. сіянців дуба із ЗКС. У процесі вирощування садивного матеріалу дуба активно застосовують різні види добрив.

Окрім дослідників (Schweitzer & Stanturf 1997, Stanturf et al. 1998, Dey et al. 2006, Wilson et al. 2007, Uharov et al. 2012, Woolery & Jacobs 2014, Tarnopilskyi et al. 2016, Yavorovskiy & Segeda 2016, Tovstukha et al. 2017) наголошують, що серед переваг створення лісових культур садивним матеріалом із ЗКС, окрім кращої приживлюваності культур у віці 1–3 роки та збережаності дуба у старшому віці, вищих таксаційних показників дуба та більшої енергії росту за висотою в перші роки в молодняках до 10 років, є можливість суттєвого подовження строків весняного садіння та навіть можливість створення насаджень таким

садивним матеріалом у літній період року – за умови оброблення сіянців антитранспірантами. Проте даних про ріст і розвиток таких насаджень немає. Саме ці обставини й зумовили актуальність проведення досліджень щодо можливості створення насаджень садивним матеріалом із ЗКС у різні періоди року, зокрема сіянцями, вирощеними у рік створення культур.

Мета дослідження – порівняння таксаційних показників дуба звичайного у варіантах дослідних культур, створених сіянцями із ЗКС, вирощеними із застосуванням різних видів добрив і мікробних препаратів, а також підтвердження можливості створення лісових культур дуба влітку садивним матеріалом із ЗКС в умовах південно-східної частини Лівобережного Лісостепу України (на прикладі ДП «Харківська ЛНДС»).

Матеріали й методи. Для підтвердження можливості суттєвого подовження строків весняного садіння сіянців дуба із ЗКС, зокрема у літній період року, було закладено дослідні культури сіянцями із ЗКС, вирощеними із застосуванням різних видів добрив та біопрепаратів. Культури дуба було створено у 2014 р. в Дергачівському лісництві (кв. 104, вид. 3) ДП «Харківська ЛНДС» на площі 3,0 га в різні періоди року: навесні (25 березня), влітку (10 липня і 19 серпня) та восени (30 жовтня). Категорія лісокультурної площі – свіжий зруб після проведення суцільної санітарної рубки стиглого порослевого дубового деревостану. Рельєф ділянки – рівнинний. Тип лісу – свіжа кленово-липова діброва.

Дослід закладено під керівництвом канд. с.-г. наук В. М. Угарова за участі науковців УкрНДЛГА (н. с. В. В. Фатєєва, м. н. с. О. М. Даниленко та с. н. с. П. Б. Тарнопільського) у ході виконання науково-дослідних робіт за темою № 16 «Удосконалити технології створення лісових культур на великих згарищах та вирощування садивного матеріалу головних лісоутворювальних порід» (To improve technologies 2014).

Сіянці дуба, використані для створення дослідних культур, вирощено в контейнерах із агроволокна, на суміші суглинкового ґрунту й торфу у співвідношенні за об'ємом 3 : 1. Для інтенсифікації росту сіянців було використано різні види добрив і мікробні препарати.

Першу серію дослідних культур закладено навесні (25 березня) 2014 р. Використано однорічні сіянці дуба із ЗКС. Закладено два дослідні варіанти:

- ЗКС-1 – культури, створені сіянцями із ЗКС, вирощеними без застосування добрив;
- ЗКС-А1 – культури, створені сіянцями із ЗКС, вирощеними із застосуванням універсального добрива «Агролайф» (разове внесення добрива до субстрату контейнера в нормі 5 г на контейнер об'ємом 1 400 см³ в третій декаді травня, після масової появи сходів).

На час садіння сіянці характеризувалися такими середніми біометричними показниками: у варіанті ЗКС-1 діаметр кореневої шийки становив 4,1 мм, висота – 31,5 см, у варіанті ЗКС-А1 – 4,8 мм і 34,5 см відповідно.

Другу серію дослідних культур закладено влітку (10 липня) сіянцями із ЗКС, вирощеними у 2014 р. Закладено два дослідні варіанти:

- ЗКС-2 – культури, створені сіянцями із ЗКС, вирощеними без застосування добрив;
- ЗКС-А2 – культури, створені сіянцями із ЗКС, вирощеними із застосуванням універсального добрива «Агролайф» (разове внесення добрива до субстрату контейнера в нормі 5 г на контейнер об'ємом 1 400 см³ у третій декаді травня, після масової появи сходів). Перед садінням сіянці обробили антитранспірантом «Вопар Гард».

На час садіння сіянці характеризувалися такими середніми біометричними показниками: у варіанті ЗКС-2 діаметр кореневої шийки становив 1,7 мм, висота – 12,5 см, у варіанті ЗКС-А2 – 1,9 мм і 13,0 см відповідно.

Третю серію дослідних культур закладено також улітку (19 серпня) сіянцями із ЗКС, вирощеними у 2014 р. Було закладено також два дослідні варіанти:

- ЗКС-3 – культури, створені сіянцями із ЗКС, вирощеними без застосування добрив;

– ЗКС-А3 – культури, створені сіянцями із ЗКС, вирощеними із застосуванням універсального добрива «Агролайф» (разове внесення добрива до субстрату контейнера в нормі 5 г на контейнер об'ємом 1 400 см³ у третій декаді травня, після масової появи сходів).

На час садіння сіянці із ЗКС характеризувалися такими середніми біометричними показниками: у варіанті ЗКС-3 діаметр кореневої шийки становив 3,4 мм, висота – 19,5 см, у варіанті ЗКС-А3 – 3,6 мм і 22,5 см відповідно.

Четверту серію дослідних культур закладено восени (30 жовтня) сіянцями із ЗКС, вирощеними у 2014 р. Було закладено десять варіантів:

– ЗКС-4 – культури, створені сіянцями із ЗКС, вирощеними без застосування добрив;

– ЗКС-А4 – культури, створені сіянцями із ЗКС, вирощеними із застосуванням універсального добрива «Агролайф» (разове внесення добрива до субстрату контейнера в нормі 5 г на контейнер об'ємом 1 400 см³ у третій декаді травня, після масової появи сходів);

– ЗКС-АС – культури, створені сіянцями із ЗКС, вирощеними із застосуванням амонійно-нітратного добрива «Аміачна селітра» (разове підживлення сіянців у першій декаді липня (в період інтенсивного росту) шляхом обприскування 0,3%-м розчином);

– ЗКС-НАФ – культури, створені сіянцями із ЗКС, вирощеними із застосуванням універсального азотно-фосфорно-калійного добрива «Нітроамофоска» (разове підживлення шляхом поливу субстрату в контейнерах у першій декаді липня, з розрахунку 10 л 0,4 % робочого розчину на 1 м² поверхні субстрату);

– ЗКС-Г – культури, створені сіянцями із ЗКС, вирощеними із застосуванням органічного добрива «Гумісол супер» (дворазове підживлення сіянців у третій декаді травня та другій декаді червня шляхом поливу в нормі 200 мл на 10 л води, з розрахунку 10 л робочого розчину на 1 м² поверхні субстрату);

– ЗКС-Б – культури, створені сіянцями із ЗКС, вирощеними із застосуванням мікробіологічного добрива «Байкал» (триразове підживлення упродовж вегетаційного періоду шляхом поливу сіянців в нормі 100 мл на 10 л води, з розрахунку 5 л робочого розчину на 1 м² поверхні субстрату);

– ЗКС-П – культури, створені сіянцями із ЗКС, вирощеними із застосуванням мікробного препарату, складовою частиною якого є бактерії штаму *Bacillus polymyxa* «Поліміксобактерин» (дворазове підживлення сіянців упродовж вегетаційного періоду шляхом поливу в нормі 100 мл на 10 л води, з розрахунку 10 л робочого розчину на 1 м² поверхні субстрату);

– ЗКС-Х – культури, створені сіянцями із ЗКС, вирощеними із застосуванням мікробного препарату на основі гриба-антагоніста з роду хетомій «Хетомік» (разове підживлення сіянців упродовж вегетаційного періоду шляхом поливу в нормі 300 г на 10 л води, з розрахунку 10 л робочого розчину на 1 м² поверхні субстрату).

На час садіння сіянці дуба із ЗКС четвертої серії дослідів характеризувалися середніми біометричними показниками, наведеними в таблиці 1 (To improve technologies 2014).

Ще два варіанти (ЗКС-А та ЗКС-АС) різнилися способом обробітку ґрунту.

Контролем (К (ВКС)) для всіх дослідних варіантів були саджанці дуба з ВКС у виробничих культурах, створених в осінній період 2014 р. сіянцями, вирощеними у 2014 р. Сіянці із ВКС вирощено в умовах закритого ґрунту (поліетиленова теплиця) із регулярним поливом. Схема розміщення садивних місць у контрольному варіанті – 4,0 × 0,7 м (початкова густина – 3 571 шт.·га⁻¹). Саме цей вид садивного матеріалу і така схема розміщення садивних місць переважали на той час на підприємстві під час штучного відновлення дубових лісів.

Схема розміщення садивних місць для всіх дослідних варіантів – 4,0 × 1,0 м (початкова густина – 2 500 шт.·га⁻¹). У кожному з дослідних варіантів було висаджено по 250 сіянців. Сіянці на лісокультурній площі висаджували рядами.

У кожному дослідному варіанті використано по 30 л розчину – для разового підживлення шляхом поливу і 10 л розчину – для разового підживлення шляхом обприскування (на один короб – близько 500 сіянців). Загалом у 16 дослідних варіантах вирощено близько 5,0 тис. шт. сіянців.

Таблиця 1

Середні біометричні показники сіянців дуба звичайного із ЗКС, вирощених у контейнерах із агроволокна з використанням різних добрив для інтенсифікації росту (станом на жовтень 2014 р.)

Table 1

Average biometric characteristics of English oak seedlings grown in agrofiber containers with the applications of different fertilizers for growth intensification (as of October 2014)

Дослідний варіант Experimental treatment	Висота, см Height, cm			Діаметр, мм Diameter, mm		
	$M^{\pm m}$	t_{ϕ}	% до контролю % to control	$M^{\pm m}$	t_{ϕ}	% до контролю % to control
К (ВКС)	23,1 ^{±0,88}	0,95	105	4,9 ^{±0,25}	-1,73	89
ЗКС-4	21,9 ^{±0,90}	–	100	5,5 ^{±0,24}	–	100
Сіянці дуба, вирощені із застосуванням мікробних препаратів для інтенсифікації росту Oak seedlings grown with the use of microbial preparations for growth intensification						
ЗКС-П	24,6 ^{±1,03}	1,97	112	5,6 ^{±0,15}	0,35	102
ЗКС-Х	28,4 ^{±0,95}	4,97	130	5,9 ^{±0,26}	1,13	107
ЗКС-Б	25,0 ^{±1,01}	2,29	114	6,1 ^{±0,27}	1,66	111
Сіянці дуба, вирощені із застосуванням гумінових і мінеральних добрив для інтенсифікації росту Oak seedlings grown with the use of humic and mineral fertilizers for growth intensification						
ЗКС-Г	27,7 ^{±0,96}	4,41	126	5,8 ^{±0,23}	0,90	105
ЗКС-АС	32,4 ^{±0,87}	8,39	148	6,6 ^{±0,26}	3,11	120
ЗКС-НАФ	33,4 ^{±1,17}	7,79	153	6,6 ^{±0,19}	3,59	120
ЗКС-А4	33,5 ^{±0,99}	8,67	153	7,5 ^{±0,26}	5,65	136

Примітка. $M^{\pm m}$ – середнє значення показника та його стандартна похибка; t_{ϕ} – фактичне значення t -критерію Стьюдента ($t_{0,05} = 2,01$; $p = 0,05$; $n = 45-54$).

Note. $M^{\pm m}$ – mean value of a variable and its standard error; t_{ϕ} – actual value of Student's t -test ($t_{0,05} = 2.01$; $p = 0.05$; $n = 45-54$).

У всіх дослідних та контрольному варіантах було проведено частковий обробіток ґрунту – нарізання борозен плугом комбінованим лісовим ПКЛ-70 на базі трактора МТЗ-82. Крім того, було закладено два дослідні варіанти культур (ЗКС-А-РН і ЗКС-АС-РН), де проведено частковий обробіток ґрунту з одночасним його розпушуванням у борознах на глибину до 60 см (розпушувачем навісним РН-60).

Визначення таксаційних показників саджанців дуба в дослідних культурах та їхній аналіз виконано за загальноприйнятими в лісівництві й лісовій таксації методиками згідно з деякими нормативними матеріалами (Forest inventory sample plots 2007, About approval 2010, Нром 2010). Висоту та приріст останнього року за висотою в саджанців дуба вимірювали рейкою з точністю до 1 см, діаметр – штангенциркулем на рівні кореневої шийки з точністю до 1 мм. Обліки було проведено в жовтні 2019 р. (вік культур на час обліків становив 5 років). Для всіх дослідних і контрольного варіантів культур визначали також показник збережуваності, що характеризувався відношенням наявної кількості рослин у культурах 5-річного віку до початкової кількості.

Отримані дані обробляли методами варіаційної статистики за допомогою пакету програм MS Excel. Достовірність різниці між контролем і дослідними варіантами перевіряли на 5%-му рівні значущості (Larach et al. 2001). Рівень мінливості таксаційних показників дуба оцінювали за шкалою С. О. Мамаєва (Мамаєв 1972). Для цього розраховували коефіцієнт варіації (CV , %), що виражає стандартне відхилення показника відносно середнього значення. Відповідно до шкали С. О. Мамаєва виділяють такі рівні мінливості показників: дуже низький ($CV < 7\%$); низький ($CV = 8-12\%$); середній ($CV = 13-20\%$); підвищений ($CV = 21-30\%$); високий ($CV = 31-40\%$); дуже високий ($CV > 40\%$).

Результати та обговорення. Результати проведених досліджень свідчать, що збережуваність дуба в усіх дослідних варіантах була більшою, ніж на контролі (рис. 1). Так,

у дослідних варіантах показник збережуваності становив від 87 до 93 % (2 175–2 325 шт.·га⁻¹), а в контрольному варіанті – 78 % (2 785 шт.·га⁻¹ за початкової густоти культур 3 571 шт.·га⁻¹). Відзначено дещо кращу збережуваність дуба у варіантах культур, створених влітку, порівнюючи з варіантами, створеними навесні: 90–92 % проти 87–88 %. Це, ймовірно, пов'язане з передсадивним обробленням сіянців антитранспірантом «Вопар Гард», що забезпечило їхню стійкість до посухи та доволі спекотної погоди у період року, коли створювали культури.

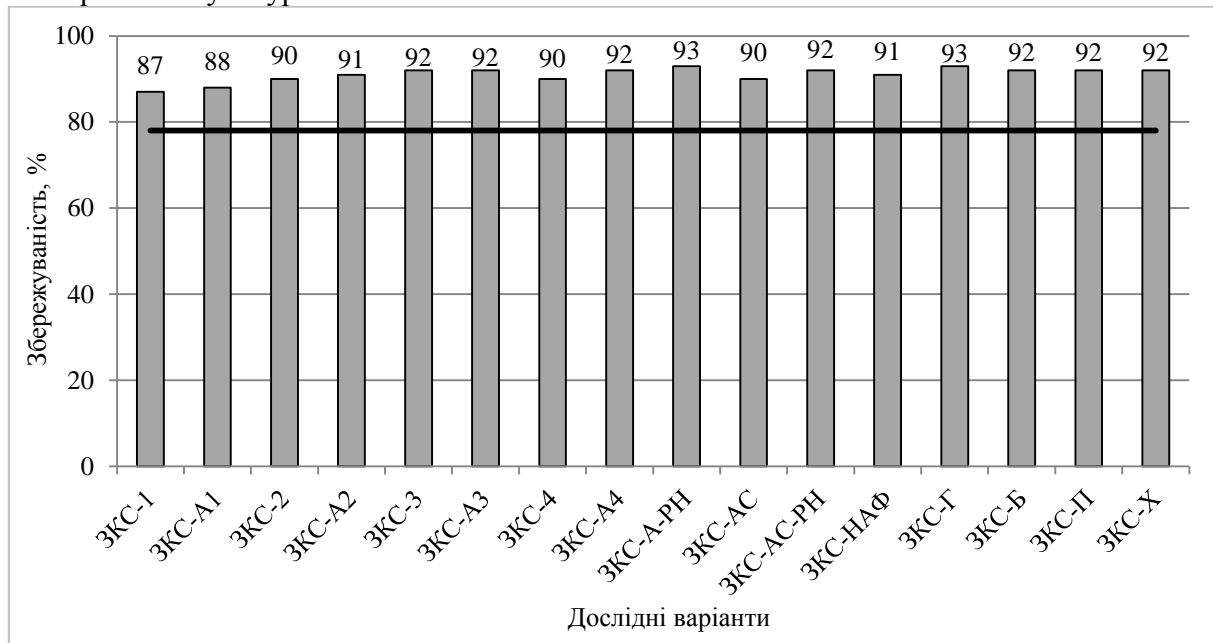


Рис. 1 – Збережуваність дуба звичайного у дослідних варіантах культур (суцільна лінія – значення на контролі)

Fig. 1 – Survival of English oak in experimental treatments (solid line – control value)

Саджанці дуба звичайного в дослідних 5-річних культурах (станом на жовтень 2019 р.), створених сіянцями із ЗКС влітку (10 липня і 19 серпня) і восени (30 жовтня), за ростовими показниками (діаметром кореневої шийки, висотою та приростом у висоту) доволі суттєво поступалися культурам, створеним навесні (25 березня). Це пояснюється тим, що культури навесні було створено садивним матеріалом, вирощеним минулого року, тобто їхній вік є більшим, порівнюючи з іншими варіантами культур (серії 2–4) (табл. 2).

Найменшу різницю із шестирічними саджанцями за основними таксаційними показниками відзначено у варіантах ЗКС-А2 і ЗКС-А3, що також пов'язане з передсадивним обробленням сіянців дуба антитранспірантом «Вопар Гард». Отже, у разі використання для лісовідновлення садивного матеріалу дуба із ЗКС можна суттєво подовжити тривалість весняної лісокультурної кампанії у філіях ДП «Ліси України», а також в інших підприємствах у структурі Державного агентства лісових ресурсів України, яка зазвичай обмежена 10–14 днями. Створювати лісові культури дуба таким садивним матеріалом можливо й улітку сіянцями, вирощеними у рік створення культур.

Виявлено, що варіанти ЗКС-А2 і ЗКС-А3 (культури створено 10 липня і 19 серпня) за основними ростовими показниками перевершували майже всі варіанти культур, створених 30 жовтня. Так, різниця за діаметром становила 11–23 %, за висотою – 4–22 %, за приростом за висотою – 1–33 %. Суттєвої різниці між варіантами в культурах, створених 19 серпня (ЗКС-3 і ЗКС-А3) і 10 липня (ЗКС-2 і ЗКС-А2), не зафіксовано.

Зазначимо, що оброблення сіянців дуба розчинами добрив позитивно вплинуло на ростові показники в 5-річних лісових культурах, незалежно від періоду року, коли їх створювали. Наприклад, варіант із застосуванням універсального добрива «Агролайф» (ЗКС-А1) у культурах, створених навесні (25 березня), перевершував за всіма показниками

росту варіант без застосування добрива (ЗКС-1). Так, різниця за діаметром становила 8 %, за висотою – 2 %, за приростом за висотою – 5 %.

Варіанти із застосуванням універсального добрива «Агролайф» (ЗКС-А2 і ЗКС-А3) в культурах, створених улітку (10 липня і 19 серпня), перевершували за всіма показниками росту варіанти без застосування добрива (ЗКС-2 і ЗКС-3). Так, різниця за діаметром між ЗКС-А2 і ЗКС-2 (культури, створені 10 липня) та між ЗКС-А3 і ЗКС-3 (культури, створені 19 серпня) становила відповідно 11 і 18 %, за висотою – 7 і 9%, приростом за висотою – 19 і 34 %.

Таблиця 2

Середні таксаційні показники варіантів дослідних культур дуба звичайного (станом на жовтень 2019 р.)

Table 2

Average mensuration characteristics of English oak in the experimental treatments (as of October 2019)

Дослідний варіант Experimental treatment	Діаметр, мм Diameter, mm				Висота, см Height, cm				Приріст за висотою (за останній рік), см Height increment (for the last year), cm			
	$M^{\pm m}$	t_{Φ}	% до контролю % to control	CV, %	$M^{\pm m}$	t_{Φ}	% до контролю % to control	CV, %	$M^{\pm m}$	t_{Φ}	% до контролю % to control	CV, %
Дослідні культури, створені 25 березня Experimental plantations created on March 25												
ЗКС-1	23,0 ^{±0,57}	5,17	133	22	185,1 ^{±5,47}	7,19	135	19	45,5 ^{±2,09}	3,45	138	28
ЗКС-А1	24,8 ^{±0,80}	7,10	143	22	189,5 ^{±5,70}	7,39	138	18	48,0 ^{±2,37}	4,97	146	29
Дослідні культури, створені 10 липня Experimental plantations created on July 10												
ЗКС-2	21,2 ^{±0,61}	3,30	123	17	153,1 ^{±4,81}	2,13	111	19	39,6 ^{±2,12}	2,11	120	33
ЗКС-А2	23,5 ^{±0,93}	6,63	136	24	163,1 ^{±5,28}	3,30	119	19	47,0 ^{±2,31}	4,79	143	28
Дослідні культури, створені 19 серпня Experimental plantations created on August 19												
ЗКС-3	20,2 ^{±0,63}	3,09	117	19	156,4 ^{±4,58}	2,21	114	19	37,0 ^{±2,04}	1,57	112	35
ЗКС-А3	23,8 ^{±0,93}	6,84	138	23	170,4 ^{±5,85}	4,82	124	21	49,5 ^{±2,65}	5,15	150	32
Дослідні культури, створені 30 жовтня Experimental plantations created on October 30												
К (ВКС)	17,3 ^{±0,71}	–	100	24	137,6 ^{±5,04}	–	100	22	32,9 ^{±1,84}	–	100	33
ЗКС-4	18,4 ^{±0,73}	1,53	106	24	134,1 ^{±4,96}	– 0,70	97	22	33,1 ^{±1,79}	0,09	101	32
ЗКС-А4	21,3 ^{±0,74}	3,92	123	21	149,4 ^{±6,07}	1,66	109	24	40,7 ^{±2,07}	2,83	124	30
ЗКС-А-РН	21,3 ^{±0,61}	4,07	123	22	163,1 ^{±5,28}	3,79	119	20	47,0 ^{±2,31}	4,79	143	29
ЗКС-АС	20,0 ^{±0,61}	2,80	116	19	150,5 ^{±5,44}	1,86	109	22	42,7 ^{±2,05}	3,58	130	33
ЗКС-АС-РН	20,9 ^{±0,63}	3,50	121	18	160,2 ^{±4,43}	2,86	116	17	49,1 ^{±2,11}	5,80	149	26
ЗКС-НАФ	20,9 ^{±0,73}	3,92	121	19	144,4 ^{±5,04}	1,00	105	19	40,8 ^{±2,15}	2,81	124	29
ЗКС-Г	19,8 ^{±0,60}	2,47	114	18	136,2 ^{±4,63}	– 0,21	99	20	34,9 ^{±2,20}	0,70	106	38
ЗКС-Б	18,6 ^{±0,69}	1,17	108	22	134,4 ^{±4,59}	– 0,47	98	21	37,5 ^{±2,03}	1,68	114	32
ЗКС-П	19,9 ^{±0,81}	2,48	115	24	134,5 ^{±4,65}	– 0,45	98	21	33,5 ^{±1,69}	0,23	102	30
ЗКС-Х	20,4 ^{±0,78}	3,10	118	23	149,2 ^{±5,56}	1,64	108	22	38,1 ^{±2,12}	1,85	116	33

Примітка. $M^{\pm m}$ – середнє значення показника та його стандартна похибка; t_{Φ} – фактичне значення t -критерію Стьюдента (де $t_{0,05} = 2,01$; $p = 0,05$; $n = 45-54$); CV, % – коефіцієнт варіації.

Note. $M^{\pm m}$ – mean value of a indicators and its standard error; t_{Φ} – actual value of Student's t -test (where $t_{0,05} = 2.01$; $p = 0.05$; $n = 45-54$) CV, % – coefficient of variation.

Варіанти із застосуванням різних видів добрив у культурах, створених восени (30 жовтня), перевершували за всіма показниками культури, створені сіянцями із ЗКС, вирощеними без застосування добрива (ЗКС-4). Так, різниця за діаметром становила відповідно 1–16 %, за висотою – 0–22 %, приростом за висотою – 1–48 %. За діаметром статистично підтверджено переваги над ЗКС-4 таких варіантів: ЗКС-А4, ЗКС-А-РН, ЗКС-АС-РН та ЗКС-НАФ, за висотою – ЗКС-А-РН, ЗКС-АС та ЗКС-АС-РН, за поточним приростом у висоту – ЗКС-А4, ЗКС-А-РН, ЗКС-АС, ЗКС-АС-РН, ЗКС-НАФ. Найкращими показниками росту вирізнялися варіанти ЗКС-А-РН та ЗКС-АС-РН, для яких перед створенням культур було проведено розпушування ґрунту в борознах на глибину до 60 см.

Статистично підтверджено, що у 86 % випадків саджанці із ВКС (контроль) поступалися за діаметром саджанцям із ЗКС. Лише у варіантах ЗКС-4 і ЗКС-Б відмінності від контролю були несуттєвими. Загалом різниця становила 6–23 %. За висотою дуб у 10 дослідних варіантах перевершував контроль, а різниця становила 5–24 %, і в чотирьох варіантах поступався контролю з різницею в 1–3 %. Причому перевершення варіантів ЗКС-2, ЗКС-А2, ЗКС-3, ЗКС-А3, ЗКС-А-РН, ЗКС-АС-РН над контролем були статистично значущими.

Водночас варіант із ВКС (контроль) суттєво поступався восьми варіантам (ЗКС-2, ЗКС-А2, ЗКС-А3, ЗКС-А4, ЗКС-А-РН, ЗКС-АС, ЗКС-АС-РН, ЗКС-НАФ) за приростом у висоту, в середньому на 24 %.

Також, як зазначено вище, виявлено позитивний вплив проведення глибокого розпушування ґрунту в борознах перед садінням на ріст дуба в культурах. У варіанті ЗКС-А-РН перевищення за висотою становило 9 % і за приростом у висоту – 15 %, порівнюючи з культурами у варіанті ЗКС-А4 (без глибокого розпушування ґрунту в борознах; за діаметром різниця відсутня. Подібною була ситуація й між варіантами ЗКС-АС-РН та ЗКС-АС, де це перевищення становило за діаметром 5 %, за висотою 6 % і за приростом у висоту 15 %. Статистично підтверджено перевищення ЗКС-А-РН над ЗКС-А та ЗКС-АС-РН над ЗКС-АС лише за поточним приростом у висоту.

Коефіцієнти варіації за діаметром і висотою становили від 17 % до 24 %, що свідчить про середню та підвищену мінливість досліджуваних показників, а за приростом у висоту – від 26 % до 38 % (підвищена та висока мінливість). Загалом для молодняків характерною є значна мінливість за ростом.

Економічний та лісівничий ефект у разі створення лісових культур дуба звичайного садивним матеріалом із ЗКС, зважаючи на високу собівартість його вирощування та створення ним лісових культур, порівнюючи із садивним матеріалом із ВКС, можна досягти завдяки потужнішій енергії росту рослин у перші роки після садіння на лісокультурну площу. Це дасть можливість суттєво розширити період садіння (можливе садіння навіть у літні місяці садивним матеріалом, вирощеним у рік садіння), знизити затрати на доповнення лісових культур унаслідок високої приживлюваності, а також зменшити кількість доглядів унаслідок ранішого терміну переведення лісових культур у вкриті лісовою рослинністю землі завдяки швидшому росту в перші після садіння роки.

Висновки. Використання сіянців дуба із закритою кореневою системою, вирощених із застосуванням різних видів добрив і мікробних препаратів (додавання препарату до субстрату контейнера, прикореневе чи позакореневе підживлення), позитивно впливає на біометричні показники сіянців (висоту надземної частини та діаметр кореневої шийки). Це було доведено результатами науково-дослідних робіт із вирощування сіянців дуба із закритою кореневою системою (в контейнерах з агроволокна), які підживлювали різними добривами і мікробними препаратами, проведеними в ході виконання бюджетних тем на теплично-розсадницькому комплексі Південного лісництва ДП «Харківська ЛНДС».

Дуб звичайний у більшості варіантів дослідних культур п'ятирічного віку, створених влітку, за ростом поступався варіантам, створеним навесні сіянцями, вирощеними в попередньому році. Так, за висотою у 15 із 16 варіантів, за діаметром у 10 із 16 варіантів

і за приростом у висоту в 5 із 16 варіантів показники росту дуба були суттєво кращими у разі весняного садіння сіянців, вирощених у попередньому році, порівняно з літнім садінням сіянцями, вирощеними у рік створення культур. Це пояснюється тим, що культури навесні було створено садивним матеріалом, вирощеним минулого року, тобто їхній вік був більшим.

Водночас дуб у варіантах культур, створених влітку, за ростом перевершував майже всі варіанти культур, створених восени сіянцями, вирощеними у рік садіння культур. Крім того, передсадивне оброблення сіянців дуба, висаджених влітку, антитранспірантами сприяє значно кращій їхній приживлюваності на лісокультурній площі та подальшому росту.

Найкращими збережуваністю та ростовими показниками вирізнялися варіанти, для яких перед створенням культур було проведено розпушування ґрунту в борознах.

Результати проведених досліджень свідчать про можливість суттєвого подовження строків весняного садіння культур дуба садивним матеріалом із ЗКС і, навіть, створення насаджень улітку, за умови оброблення садивного матеріалу антитранспірантами.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

About approval of the Instruction on design, technical acceptance, accounting and quality assessment of forestry objects. 2010. Order of the State Forestry Committee of Ukraine No 1046/18341 dated November 5, 2010. 90 p. (in Ukrainian).

Danylenko, O. M., Tarnopilskyi, P. B., Hladun, H. B. 2015. Improvement of containerized oak seedlings cultivation technology. *Forestry and Forest Melioration*, 126: 158–164. (in Ukrainian).

Danylenko, O. M., Tarnopilskyi, P. B., Gladun, H. B., Gupal, V. V., Volkov, P. O., Kosatyi, D. M., Samoilo, P. V. 2016. The use of “Rokohumin” for *Quercus robur* L. planting material growing. *Forestry and Forest Melioration*, 129: 93–99. (in Ukrainian).

Dey, D. C., Kabrick, J. M., Gold, M. 2006. The role of large container seedlings in afforesting oaks in bottomlands. Gen. Tech. Rep. SRS-92. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station, p. 218–223.

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, 32 p. (in Ukrainian).

Hrom, M. M. 2010. Forest mensuration. Lviv, RVV NLTU, 416 p. (in Ukrainian).

Lapach, S. N., Chubenco, A. V., Babych, P. N. 2001. Statistical methods in biomedical research using Excel. Kyiv, Morion, 408 p. (in Russian).

Mamaev, S. A. 1972. Forms of intraspecific variability of tree species. Moscow, Nauka, 283 p. (in Russian).

Rumiantsev, M. H., Danylenko, O. M., Tarnopilskyi, P. B., Yushchik, V. S., 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): 13–19. <https://doi.org/10.36930/40320102>

Schweitzer, C. J. and Stanturf, J. A. 1997. From okra to oak: reforestation of abandoned agricultural fields in the Lower Mississippi Alluvial Valley. In: Meyer, D.A. (Ed.). Proceedings of the 25th annual hardwood symposium. Memphis, TN, National Hardwood Lumber Association, p. 131–138.

Stanturf, J. A., Schweitzer, C. J., Gardiner, E. S. 1998. Afforestation of marginal agricultural land in the Lower Mississippi River Alluvial Valley, U.S.A. *Silva Fennica*, 32(3): 281–287.

Tarnopilskyi, P. B., Danylenko, O. M., Gupal, V. V., Mostepaniuk, A. A., Gladun, G. B. 2016. English oak forest plantations creating experience with the use of containerized seedlings in forest enterprise “Kharkivska forest research station”. *Forestry and Forest Melioration*, 128: 89–99 (in Ukrainian).

To improve technologies for creating forest plantations in large fires and growing planting material of major forest species. 2014. Report on research work on the topic № 16 (final). [Ugarov, V. M., Ed.]. Kharkiv, URIFFM, 416 p. (in Ukrainian).

Tovstukha, A. V., Ignatenko, V. A., Tarnopilskyi, P. B., Sotnikova, A. V. 2017. Experience of renewal of oak forests of Sumy region using various plating material of English oak (*Quercus robur* L.). *Bulletin of Sumy NAU*, 9: 92–101 (in Ukrainian).

Uharov, V. M., Manoilo, V. O., Fatieiev, V. V., Danylenko, 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: 129–133 (in Ukrainian).

Vysotska, N. Yu., Danylenko, O. M., Rumiantsev, M. H., Tarnopilskyi, P. B., Yushchik, V. S., Mostepaniuk, A. A., 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: 88–94. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.141.2022.88>

Wilson, E. R., Vitols, K. C., Park, A. 2007. Root characteristics and growth potential of container and bare-root seedlings of red oak (*Quercus rubra* L.) in Ontario, Canada. *New Forests*, 34: 163–176. <https://doi.org/10.1007/s11056-007-9046-7>

Woolery, P. O. and Jacobs, D. F. 2014. Planting stock type and seasonality of simulated browsing affect regeneration establishment of *Quercus rubra*. *Canadian Journal of Forest Research*, 44: 732–739. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2013-049>

Yavorovskyi, P. P. and Segeda, Yu. Yu. 2016. The future use of container planting stock of English oak (*Quercus robur* L.) for the creation of forest plantations. *Scientific Bulletin of UNFU*, 26(3): 222–226 (in Ukrainian).

Rumiantsev M. H.¹, Danylenko O. M.², Tarnopilskyi P. B.¹, Yushchuk V. S.¹, Mostepaniuk A. A.²

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

¹*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky*

²*State Enterprise “Kharkiv Forest Research Station”*

The article presents the results of a mensuration survey of English oak (*Quercus robur* L.) in experimental treatments in 5-year-old plantations, established by planting container seedlings at Kharkiv Forest Research Station. It was found that oak plants grow better in plantations established with seedlings, which have been fertilized with various fertilizers during cultivation, compared to plantations established with seedlings without fertilization. It was noted that English oak in most treatments of experimental plantations created in the summer was inferior in growth to the treatments established in spring with seedlings grown in the previous year. Oak trees in plantations established in the summer exceeded almost all plantation treatments established in the autumn by seedlings grown in the planting year. The pre-planting treatment of oak seedlings with antitranspirants in the summer contributed to their better survival and further growth in experimental plantations in the forest area. Compared to plantations established without soil loosening, better survival and higher mensuration characteristics of oak were noted in those variants of plantations with deep loosening before planting. The results indicate the possibility of significantly extending the terms of spring planting of oak plantations with containerized planting stock and even creating plantations in the summer, provided it is treated with antitranspirants.

Key words: *Quercus robur* L., mensuration characteristics, fertilizers, soil cultivation, reforestation.

E-mail: maxrum-89@ukr.net; dandik86@gmail.com

Одержано редколегією 17.08.2023

ЗАХИСТ ЛІСУ

УДК 630.4

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.143.2023.94>**A. D. VOROBEI¹, D. O. BATURKIN¹, K. V. DAVYDENKO², V. L. MESHKOVA²**
EVALUATION OF PHEROMONE TRAPS FOR BARK BEETLES AND THEIR PREDATORS IN PINE FORESTS IN THE KHARKIV REGION¹State Specialized Forest Protection Enterprise “Kharkivlisozahyst”²Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

Species composition, abundance, and seasonal dynamics of bark beetles and their predators were investigated in different pheromone trap-blade combinations in Scots pine stand in the Kharkiv region. Three types of traps (A – Funnel; B – Theyson; C – Crosstrap® mini) and pheromones of *I. acuminatus* and *I. sexdentatus* (produced by the Spanish company Sanidad agricola econex s.l.) were tested. Five bark beetle species (Curculionidae: Scolytinae), five longhorn beetles (Cerambycidae), five predator species from Histeridae, Cleridae, Nitidulidae, Monotomidae, and Tenebrionidae, as well as several representatives of Staphylinidae, Carabidae, and Elateridae were captured in traps with pheromones of *Ips acuminatus* and *I. sexdentatus*. Target species – *Ips acuminatus* and *I. sexdentatus* accounted for 51% and 31% of all captured beetles, respectively. Their abundance, seasonal dynamics, and proportion depended on the trap type, pheromone, and blade. The highest number of *I. acuminatus* beetles was captured in Crosstrap® mini traps (C type), that of *I. sexdentatus* – in Theyson traps (type B). An increase in dispenser number provides more captures of *I. acuminatus* and has no significant influence on captures of *I. sexdentatus*. Abundance of *Th. formicarius* was the lowest in trap B (Theyson), and the highest in trap C (Crosstrap® mini). The number of *Th. formicarius* individuals in traps A and C with the pheromone of *I. acuminatus* was higher than in the traps with the pheromone of *I. sexdentatus*. Differences in the captured *Th. formicarius* beetles in the traps with more dispensers with the pheromone of *I. acuminatus* are significant and in the traps with the pheromone of *I. sexdentatus* nonsignificant.

Key words: *Ips acuminatus*, *I. sexdentatus*, *Thanasimus formicarius*, non-target species, seasonal dynamics, dispenser.

Introduction. The pine stands of many regions have been affected by outbreaks of bark beetles with the dominance of *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) and *Ips sexdentatus* (Börner, 1776) (Colombari et al. 2013, Liška et al. 2021, Meshkova 2021, Lantschner & Corley 2023). As the foci of these insect species collapsed, the abundance of *Tomicus piniperda* (Linnaeus, 1758) and *T. minor* (Hartig, 1834) increased (Andreeva et al. 2019). In 2019–2022, we studied the distribution of predatory Coleoptera in the foci of bark beetles in the Sumy and Kharkiv regions by assessing under the bark and capturing insects in window traps (Vorobei 2022). The results indicated the dependence of the species composition and number of predators on the environmental conditions of the stands and the method of assessing.

In many countries, pheromone traps are produced and used to monitor and suppress native and alien bark beetles (Faccoli et al. 2020, Knižek et al. 2022, Miller & Asaro 2023, Erdoğan 2024). The effectiveness of their use depends on trap design, shape, size, color, position, and deployment timing. In Ukraine, pheromone traps for catching bark beetles are not produced. In past years, individual forestry enterprises used pheromone traps produced in different countries; however, the results were not analyzed and published. The effectiveness of different trap designs and the number of lures for pine bark beetles have not been previously studied in Ukraine.

In 2023, within the framework of the FAO project TCP/RER/3801, State Specialized Forest Protection Enterprise “Kharkivlisozahyst” received three types of pheromone traps produced by the Spanish company Sanidad agricola econex s.l. and pheromones intended for the capture of *I. acuminatus* and *I. sexdentatus*.

The study aimed to compare the species composition and abundance of both bark beetles and their predators by captures in the different pheromone trap-lure combinations.

Materials and Methods. The research was carried out in June – August 2023 in pure mature pine stands in compartment 80 subcompartment 4 of the Vasishcheve subunit (State Specialized Enterprise “Forests of Ukraine”, Branch “Zhovtneve Forestry”). Three types of pheromone traps were placed randomly in six locations of a homogeneous stand, the distance between which was

about 50 meters. Type A traps (Funnel) contain 8 funnels (Fig. 1), Type B traps are Theyson (Fig. 2), and type C traps are Crosstrap® mini (Fig. 3). Depending on the experimental design, the traps contained blades with pheromones of *Ips acuminatus* or *Ips sexdentatus*. Blades for *I. acuminatus* contained 2 and 3 dispensers (commercial names 4C and 5C, respectively), and blades for *I. sexdentatus* contained 3 and 4 dispensers (commercial names 4C and 5C, respectively). In control treatments, respective traps (A, B, and C) were left empty (without blades). Trapping experiments were carried out from 20 June through 8 August 2023.



Fig. 1 – Type A trap (Funnel)



Fig. 2 – Type B trap (Theyson)



Fig. 3 – Type C trap (Crosstrap® mini)

Trapped insects were collected every 7 days, dried, and sorted. Bark beetles, longhorn beetles, and predators were identified at the species level, and some other insect groups at the family level at least.

To compare the beetle abundance in different types of traps and blades, the χ^2 test was used (Atramentova & Utevskaia 2008).

Results and Discussion. A total of 5,848 beetles were captured by all traps from 20 June through 8 August 2023.

Five bark beetle species (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), particularly *I. acuminatus*, *I. sexdentatus*, *T. piniperda*, *T. minor*, and *Pityogenes chalcographus* (Linnaeus, 1761) were captured. The first two species whose pheromones were used in traps were the most abundant and accounted for 51 and 31% of all captured beetles, respectively (Fig. 4).

Predators of bark beetles in traps included *Platysoma elongatum* (Leach, 1817) (Histeridae), *Thanasimus formicarius* (Linnaeus 1758) (Cleridae), *Glischrochilus quadripunctatus* (Linnaeus 1758) (Nitidulidae), *Rhizophagus depressus* (Fabricius, 1792) (Monotomidae), and *Corticus pini* (Panzer, 1799) (Tenebrionidae) (Fig. 5). Three most abundant species (*Th. formicarius*, *G. quadripunctatus*, and *C. pini*) were considered in further analysis.

Longhorn beetles included five species: *Stenurella melanura* (Linnaeus, 1758), *Arhopalus rusticus* (Linnaeus, 1758), *Asemum striatum* Linnaeus, 1758, *Molorchus minor* (Linnaeus, 1758), and *Acanthocinus griseus* (Fabricius, 1793). Staphylinidae, Carabidae, and Elateridae represented other non-target beetles in pheromone traps.

Both *I. acuminatus* and *I. sexdentatus* were caught in the traps with each species' pheromones. Control traps without pheromones were mainly empty or contained single specimens of non-target species (mainly Elateridae or Staphylinidae).

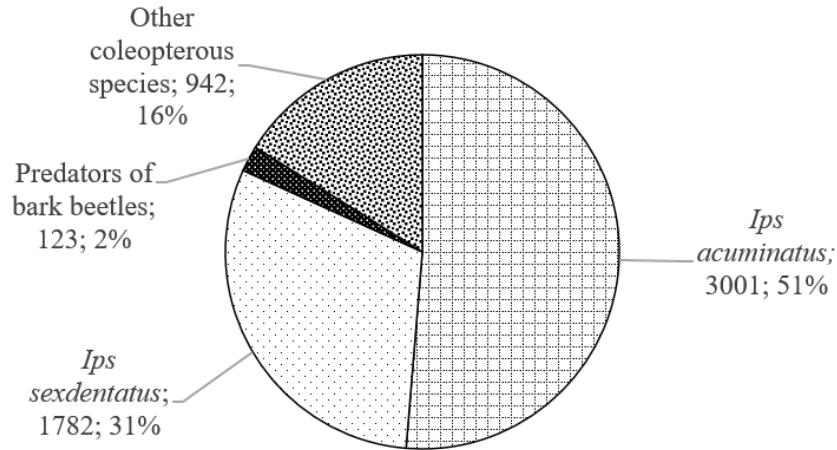


Fig. 4 – Proportion of target bark beetle species, their predators, and other coleopterous species in the traps (pooled from all traps; number; the proportion of predator specimens, %)

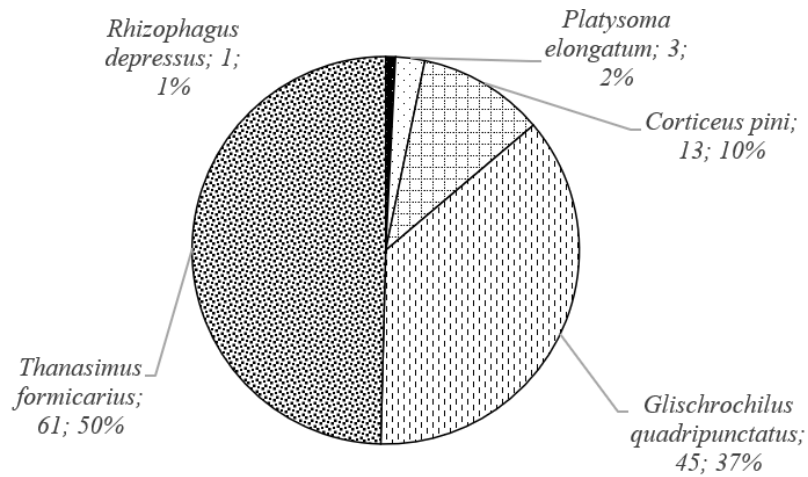


Fig. 5 – Proportion of bark beetles' predators in the traps (pooled from all traps; number; proportion of predator specimens, %)

The number of target bark beetles (*I. acuminatus* and *I. sexdentatus*) and their proportion in the traps depended on the sampling date (Figs. 6–11).

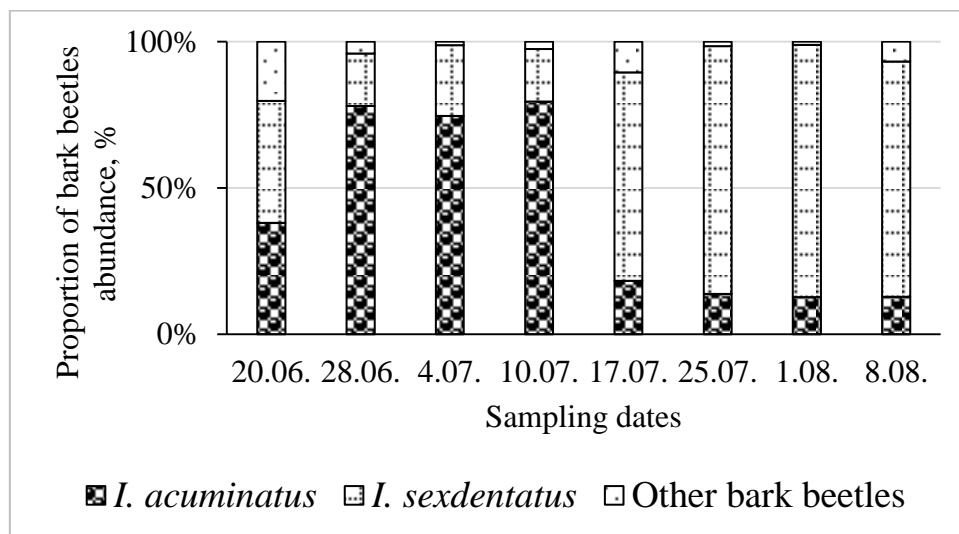


Fig. 6 – The proportion of bark beetle species in traps from 20 June through 8 August 2023 (pooled from all trap-blade combinations)

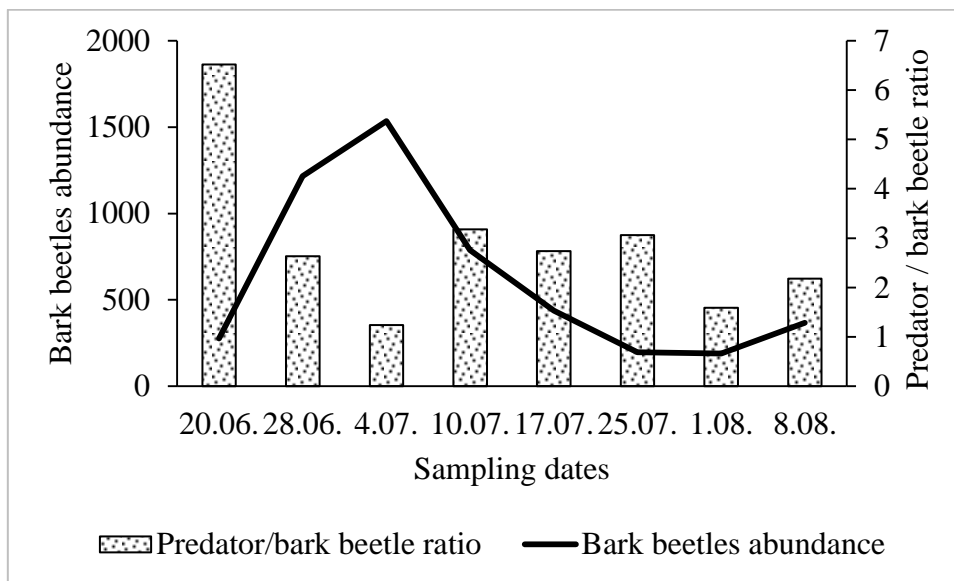


Fig. 7 – Dynamics of abundance of all bark beetles and predator/bark beetles ratio in traps (pooled from all trap-blade combinations)

Thus, on 20 June, various species of bark beetles were captured in the traps, and the proportions of *I. acuminatus* and *I. sexdentatus* were approximately equal. At this time, the offspring of the wintering beetles emerged. From 28 June to 10 July, *I. acuminatus* predominated among the bark beetles in the traps with a proportion of almost 80 %. The proportion of *I. sexdentatus* was about 20 %, and other species comprised only 1–4 %.

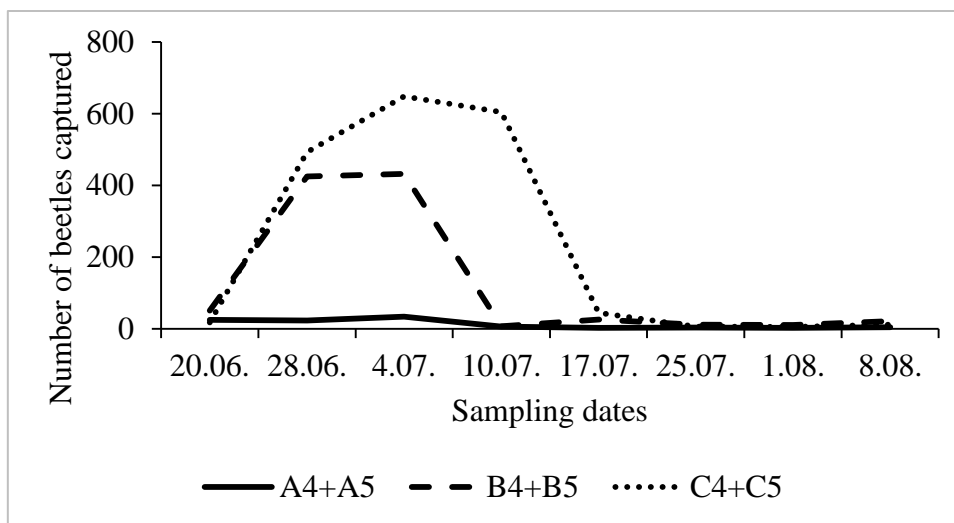


Fig. 8 – Number of *I. acuminatus* captured by pheromone of *I. acuminatus* in different trap types (A – Funnel; B – Theyson; C – Crosstrap® mini) from 20 June through 8 August 2023 (A4, B4, C4 – blades with the lowest number of dispensers, A5, B5, C5 – blades with the highest number of dispensers)

Since 17 July, the ratio of bark beetle species has changed dramatically. The proportion of *I. acuminatus* decreased to about 12%, while that of *I. sexdentatus* increased to 70–80%. The low abundance of the second generation was associated with the collapse of the outbreak of this species. Simultaneously, *I. sexdentatus* which usually inhabits severely weakened trees, exhibited relatively high abundance in the main and sister generations, as confirmed by catches in pheromone traps (Figs. 10, 11).

The total number of captured bark beetles of various species increased from 20 June to 4 July, then gradually decreased with a slight increase from 1 August to 8 August (Fig. 7). The latter is associated with the emergence of the second generation of *I. sexdentatus*. The rather low number of

bark beetles captured at the end of the season may also be associated with a decrease in pheromone effectiveness.

Captures of predatory beetles in pheromone traps also varied throughout the season. The predator-to-prey ratio is typically very variable in different regions and foci (Warzee et al. 2006, Wermelinger et al. 2021, Meshkova et al. 2022). According to our data, the average ratio in pheromone traps was 2.5 for the season. The highest number of predators was observed in the captures on 20 June. As the number of bark beetles in traps increased, the number of predators increased more slowly, but the predator-to-prey ratio also decreased on 4 July, reaching only 1.2 at the maximum number of bark beetles. Subsequently, the predator-to-prey ratio increased to 3.1–3.2.

The number of bark beetles in pheromone traps depended on the type of trap, pheromone, and blade (Figs. 8–11). Analysis of *I. acuminatus* dynamics using pooled data on blade types from each trap type shows, that the highest number of this species and the longest period of the high number were observed in the traps of type C (see Fig. 8). The number of *I. acuminatus* in the traps of type B was already lower compared to type C trap since 28 June onwards; on 4 July it was 1.5 times lower, on 17 July it was 1.7 times lower. In the type A trap, the highest number of *I. acuminatus* was 34 individuals, and after 10 July did not exceed 2–4 individuals.

The highest number of *I. acuminatus* beetles was captured in Crosstrap® mini traps (C type).

Significant differences were confirmed ($\chi^2 = 52.99$, $P < 0.01$) in the distribution of *I. acuminatus* beetles among the traps of A, B, and C type.

Analysis of *I. acuminatus* dynamics by pooled data on trap types depending on blade type shows, that a greater number of dispensers results in more captures (Fig. 9). Significant differences in the captured *I. acuminatus* beetles in the traps with more dispensers were confirmed ($\chi^2 = 31.85$, $P < 0.01$).

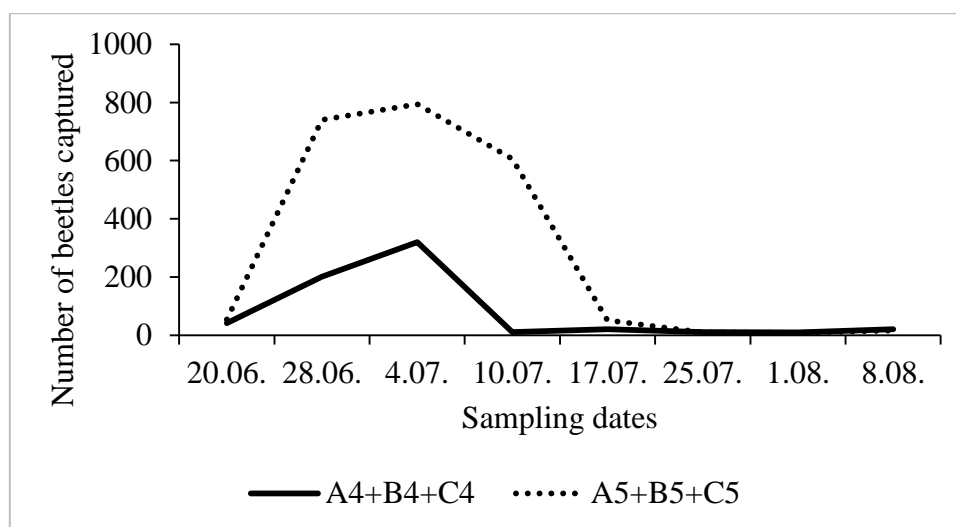


Fig. 9 – Number of *I. acuminatus* captured by pheromone of *I. acuminatus* in traps with different blade types from 20 June through 8 August 2023 (A4, B4, C4 – blades with the lowest number of dispensers, A5, B5, C5 – blades with the highest number of dispensers)

Analysis of *I. sexdentatus* dynamics using pooled data on blade types from each trap type shows three periods of a high number of this species in the traps of type B with a maximum on 4 July. In the traps of type C, two peaks of *I. sexdentatus* abundance were observed (4 July and 8 August). On both dates, the numbers of *I. sexdentatus* beetles in the traps of type A were lower than in traps B and C. In traps of type A, slight fluctuations in the number of beetles were observed at the end of June and the beginning of July, when the maximum numbers of individuals were captured in traps of types B and C. At the same time, in type A traps, the maximum of beetles caught on 17 July coincided with the second maximum in type B traps (see Fig. 10).

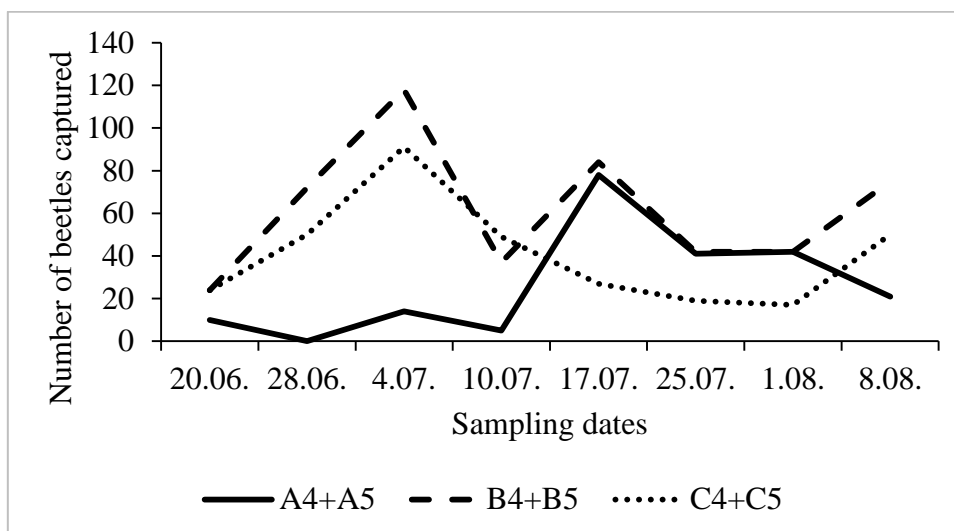


Fig. 10 – Number of *I. sexdentatus* captures by pheromone of *I. sexdentatus* in different trap types (A – Funnel; B – Theyson; C – Crosstrap® mini) from 20 June through 8 August 2023 ((A4, B4, C4 – blades with lowest number of dispensers, A5, B5, C5 – blades with highest number of dispensers)

In the total abundance of *I. sexdentatus* beetles captured in traps containing the pheromone of this species, significant differences in the captured *I. sexdentatus* beetles in the traps of A, B, and C type were confirmed ($\chi^2 = 11.41, P < 0.01$).

Unlike *I. acuminatus*, the dynamics of *I. sexdentatus* in traps with different numbers of dispensers showed no significant differences ($\chi^2 = 0.11, P > 0.1$) (Fig. 11).

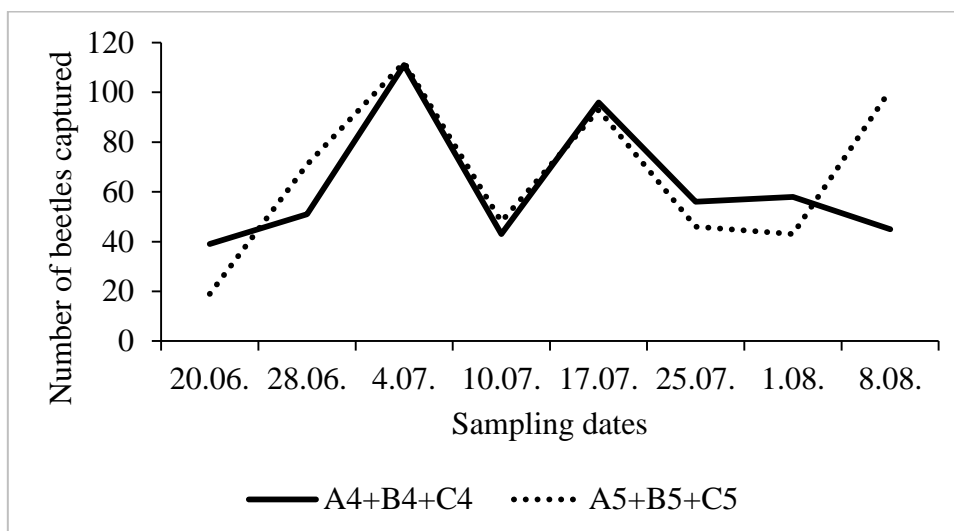


Fig. 11 – Number of *I. sexdentatus* captured by pheromone of *I. sexdentatus* in traps with different blade types from 20 June through 8 August 2023 (A4, B4, C4 – blades with the lowest number of dispensers, A5, B5, C5 – blades with the highest number of dispensers)

In the total number of *I. sexdentatus* beetles captured in traps containing the pheromone of this species, traps with a smaller number of dispensers accounted for 48.4% of individuals, and those with a larger number accounted for 51.6% of individuals.

Overall, the number of *Th. formicarius* was the lowest in trap B (Theyson) and the highest in trap C (Crosstrap® mini). The number of *Th. formicarius* captured in traps A and C with the pheromone of *I. acuminatus* was higher than in traps with the pheromone of *I. sexdentatus* ($\chi^2 = 21.9, P < 0.01$) (Fig. 12).

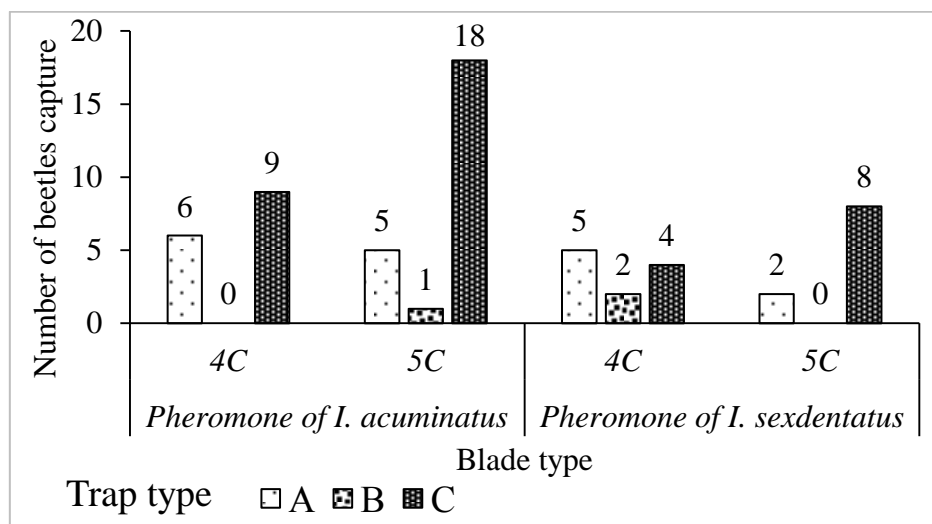


Fig. 12 – Number of *Th. formicarius* beetles capture in pheromone traps from 20 June through 8 August 2023 (Trap types: A – Funnel; B – Theyson; C – Crosstrap® mini; 4C and 5C – blades with the lowest and the highest numbers of dispensers, respectively)

Significant differences were confirmed for *Th. formicarius* beetles in traps of A, B, and C type both with the pheromone of *I. acuminatus* ($\chi^2 = 67.79$, $P < 0.01$) and with the pheromone of *I. sexdentatus* ($\chi^2 = 33.88$, $P < 0.01$).

Significant differences were also confirmed for *Th. formicarius* beetles in the traps with more dispensers with the pheromone of *I. acuminatus* ($\chi^2 = 5.29$, $P < 0.05$) and nonsignificant ones in the case of the pheromone of *I. sexdentatus* ($\chi^2 = 0.23$, $P > 0.1$).

Insects of other detected species were found singly in traps and were not subject to statistical analysis.

Conclusions. Five bark beetle species (Curculionidae: Scolytinae), five longhorn beetles (Cerambycidae), five predator species from Histeridae, Cleridae, Nitidulidae, Monotomidae, and Tenebrionidae, as well as several species of Staphylinidae, Carabidae, and Elateridae were captured in traps of three types (A – Funnel; B – Theyson; C – Crosstrap® mini) with pheromones of *Ips acuminatus* and *I. sexdentatus*.

Target species – *Ips acuminatus* and *I. sexdentatus* – accounted for 51% and 31% of all captured beetles, respectively. Their number, seasonal dynamics, and proportion depended on the trap type, pheromone, and blade. The highest number of *I. acuminatus* beetles was captured in Crosstrap® mini traps (C type), that of *I. sexdentatus* was found in Theyson traps (type B). An increase in dispenser number provides more captures of *I. acuminatus* and has no significant influence on captures of *I. sexdentatus*.

The number of *Th. formicarius* was the lowest in trap B (Theyson) and the highest in trap C (Crosstrap® mini). The number of *Th. formicarius* captured in traps A and C with the pheromone of *I. acuminatus* was higher than in the traps with the pheromone of *I. sexdentatus*. Differences in the captured *Th. formicarius* beetles in the traps with more dispensers with the pheromone of *I. acuminatus* are significant, whereas in the traps with the pheromone of *I. sexdentatus* they are nonsignificant.

REFERENCES

- Andreieva, O. Yu., Vyshnevskiy, A. V., Boliujh, S. V. 2019. Population dynamics of bark beetles in the pine forests of Zhytomyr region. Scientific Bulletin of UNFU, 29(8): 31–35 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36930/40290803>
- Atramentova, L. A. and Utevskaia, O. M. 2008. Statistical methods in biology. Gorlovka, Likhtar, 248 p. (in Russian).
- Colombari, F., Schroeder, M. L., Battisti, A., Faccoli, M. 2013. Spatio-temporal dynamics of an *Ips acuminatus* outbreak and implications for management. Agricultural and Forest Entomology, 15: 34–42. <https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2012.00589.x>

Erdoğan, C. 2024. Investigation of possible use of pheromone trap for adult population development and control of *Ips sexdentatus* (Börner, 1776) (Coleoptera: Scolytidae) damaging black pine in Başkent University Bağlıca Campus afforestation area. Turkish Journal of Entomology, 48(1): 3–14. <https://doi.org/10.16970/entoted.1352020>

Faccoli, M., Gallego, D., Branco, M., Brockerhoff, E. G., Corley, J., Coyle, D. R., ... , Avtzis, D. 2020. A first worldwide multispecies survey of invasive Mediterranean pine bark beetles (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). Biological Invasions, 22: 1785–1799. <https://doi.org/10.1007/s10530-020-02219-3>

Knížek, M., Liška, J., Věle, A. 2022. Efficacy of synthetic lures for pine bark beetle monitoring. Journal of Forest Science, 68(1): 19–25. <https://doi.org/10.17221/139/2021-JFS>

Lantschner, M. V. and Corley, J. C. 2023. Spatiotemporal outbreak dynamics of bark and wood-boring insects. Current Opinion in Insect Science, 55: 101003. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2022.101003>

Liška J., Knížek M., Věle A. 2021. Evaluation of insect pest occurrence in areas of calamitous mortality of Scots pine. Central European Forestry Journal, 67: 85–90. <https://doi.org/10.2478/forj-2021-0006>

Meshkova, V. 2021. The lessons of Scots pine forest decline in Ukraine. Environ. Sci. Proc., 3 (1): 28. <https://doi.org/10.3390/IECF2020-07990/>

Meshkova, V. L., Vorobei, A. D., Omelich, A. R. 2022. Coleopterous predators of bark beetles in the last years of the outbreak. Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry, 64 (3): 161–172. <https://doi.org/10.2478/ffp-2022-0016>

Miller, D. R. and Asaro, C. 2023. Predators attracted to combination of bark beetle pheromones and host kairomones in pine forests of southeastern United States. Environmental Entomology, 52(5): 787–794. <https://doi.org/10.1093/ee/nvad076>

Vorobei, A. D. 2022. Species composition dynamics for bark beetles and their predators from Coleoptera family in pine stands of the Zhovtneve State Forest Enterprise (Kharkiv region) in 2019–2022. Forestry and Forest Melioration, 141: 110–116 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.141.2022.110>

Warzee, N., Gilbert, M., Gregoire, J. C. 2006. Predator/prey ratios: a measure of bark-beetle population status influenced by stand composition in different French stands after the 1999 storms. Annals of Forest Science, 63(3): 301–308. <https://doi.org/10.1051/forest:2006009>

Wermelinger, B., Rigling, A., Schneider Mathis, D., Kenis, M., Gossner, M. M. 2021. Climate change effects on trophic interactions of bark beetles in inner alpine Scots pine forests. Forests, 12(2): 136–151. <https://doi.org/10.3390/f12020136>

Воробей А. Д.¹, Батуркін Д. О.¹, Давиденко К. В.², Мешкова В. Л.²

ОЦІНЮВАННЯ ФЕРОМОННИХ ПАСТОК ДЛЯ МОНІТОРИНГУ КОРОЇДІВ ТА ЇХНІХ ХИЖАКІВ У СОСНОВИХ НАСАДЖЕННЯХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

¹Державне спеціалізоване лісозахисне підприємство «Харківлісозахист»

²Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

У насадженнях *Pinus sylvestris* L. Харківської області досліджували видовий склад, чисельність і сезонну динаміку короїдів та їхніх хижаків у дослідах із різним поєднанням феромонних пасток і диспенсерів. Тестували три типи пасток і феромони *Ips acuminatus* та *I. sexdentatus* (виробник – іспанська компанія Sanidad agricola esonex s.l.). У пастках трьох типів (А – тунельні; В – Тайсона; С – Кростреп®міні) з феромонами *Ips acuminatus* and *I. sexdentatus* виловлено п'ять видів короїдів (Curculionidae: Scolytinae), п'ять видів вусачів (Cerambycidae), п'ять видів хижих комах із родин Histeridae, Cleridae, Nitidulidae, Monotomidae та Tenebrionidae, а також представників родин Staphylinidae, Carabidae та Elateridae. Цільові види – *I. acuminatus* та *I. sexdentatus* становили 51 і 31 % усіх виловлених жуків відповідно. Їхні чисельність, сезонна динаміка та участь у видовому складі залежали від типів пастки, феромону та диспансерів. Найбільшу кількість жуків *I. acuminatus* виловлено у пастки Crosstrap® mini traps (тип С), а *I. sexdentatus* – у пастки Theyson (тип В). За збільшення кількості диспенсерів виловлено більшу кількість *I. acuminatus*, але це не мало значущого впливу на виловлену кількість *I. sexdentatus*. Чисельність виловлених жуків *Th. formicarius* була найменшою у пастках типу В (Theyson), а найбільшою – у пастках типу С (Crosstrap® mini). Чисельність виловлених жуків *Th. formicarius* у пастках А і С з феромоном *I. acuminatus* була більшою, ніж у пастках із феромоном *I. sexdentatus*. Різниця цього показника за більшої кількості диспенсерів із феромоном *I. acuminatus* є значущими, а з феромоном *I. sexdentatus* – незначущими.

Ключові слова: *Ips acuminatus*, *I. sexdentatus*, *Thanasimus formicarius*, нецільові види, сезонна динаміка, диспенсер.

E-mail: ov4arenko-mosova@ukr.net, baturkin.denis@ukr.net, kateryna.davydenko74@gmail.com, valentynameshkova@gmail.com

Одержано редколегією 20.10.2023



<https://doi.org/10.33220/1026-3365.143.2023.102>

О. А. КУЗНЕЦОВА¹, В. П. ТУРЕНКО², О. В. ТОВСТУХА³, К. В. ДАВИДЕНКО¹
ПОШИРЕНІСТЬ ХВОРОБ І ШКІДНИКІВ ДЕРЕВ РОДУ *ULMUS*
У ЛІСОВИХ СМУГАХ УЗДОВЖ АВТОШЛЯХУ КИЇВ – ХАРКІВ

¹Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького

²Державний біотехнологічний університет

³Сумський національний аграрний університет

У червні – вересні 2023 р. на 96 пробних площах обстежено 2250 дерев роду *Ulmus* у лісових смугах уздовж автомобільного шляху М 03, який проходить територією Київської, Полтавської та Харківської областей. Представництво *U. glabra* зменшувалося від Київської до Харківської областей. *U. laevis* найбільшою мірою представлений у Полтавській області, а *U. pumila* – у Харківській. Основними чинниками ослаблення в'язів були бактеріоз (у середньому за пробними площами 10,6–13,4 % дерев) і голландська хвороба (4–10,2 % дерев), меншою мірою – окоренкові гнилі (2,5–4,5 % дерев). У межах доступної для огляду висоти стовбурів поселення короїдів виявлено на 4,5–9,9 % дерев. Частка уражених дерев залежала від виду в'яза та розташування фрагмента насаджень. Найбільш уразливим виявився *U. pumila*, стосовно якого визначено 47,2; 32 і 33 % дерев із наявністю всіх типів уражень у фрагментах насадження в межах Київської, Полтавської та Харківської областей відповідно, зокрема уражено голландською хворобою 11,3; 10,7 і 9,3 % відповідно. Уперше в регіоні дослідження молекулярними методами підтверджено наявність виду *Ophiostoma novo-ulmi* subsp. *americana* та його агресивного гібрида *Ophiostoma novo-ulmi* subsp. *americana* × *novo-ulmi* – збудників голландської хвороби в'язів. Бактеріоз усіх видів в'язів був найбільшою мірою поширений у фрагменті насаджень у межах Київської області, найменшою – у межах Харківської області.

Ключові слова: в'яз, бактеріоз, голландська хвороба в'язів, короїди, окоренкові гнилі.

Вступ. У лісовому фонді, підпорядкованому Державному агентству лісових ресурсів України, насадження в'язові становлять менше ніж 0,1 % (Zakharchuk 2014, General characteristic of Ukrainian forests 2022). Водночас рослини роду *Ulmus* широко використовують у захисному лісорозведенні та в озелененні в багатьох регіонах, зважаючи на стійкість цих рослин до дії багатьох несприятливих чинників навколишнього середовища (Collin & Bozzano 2015, Matuszkiewicz 2015, Thomas et al. 2018), а також спроможність прискорення циклів азоту та фосфору в екосистемах (Matuszkiewicz 2015).

Починаючи з 1960-х рр. в'язові насадження багатьох регіонів були значною мірою уражені голландською хворобою (збудник *Ophiostoma ulmi*, пізніше – *Ophiostoma novo-ulmi*) (Brasier 1991, Menkis et al. 2016, Jürisoo et al. 2019). Це обмежило інтерес до вирощування в'язів, незважаючи на велику екологічну цінність цих рослин. Водночас, зважаючи на погіршення стану багатьох деревних порід у зв'язку зі зміною клімату та збільшенням антропогенного навантаження (Brown et al. 2018, Davydenko et al. 2019, Enderle et al. 2019, Gagen et al. 2019), дослідження особливостей поширення й розвитку шкідливих організмів, що уражують чи пошкоджують рослини р. *Ulmus*, залишається актуальним.

Учені України приділяють увагу виявленню біологічних особливостей окремих видів в'язів у Західному лісостепу (Skolskyi 2018), Правобережному лісостепу (Maslovata et al. 2016), Київському Поліссі (Yavny & Puzrina 2018, Puzrina & Yavny 2020). У Лівобережному степу та степу (Сумська, Харківська та Донецька області) визначено особливості поширення чотирьох видів роду *Ulmus* за типами лісорослинних умов (Meshkova et al. 2022). Аналіз публікацій свідчить, що поширеність видів роду *Ulmus* змінюється з довготою, оскільки їхні вимоги до екологічних умов різняться. Ми припустили, що сприйнятливість цих видів в'язів до ураження певними збудниками хвороб і пошкодження комахами також залежить від географічного положення насаджень. У зв'язку із цим було започатковано наші дослідження в лісовій захисній смузі вздовж автотраси від Києва до Харкова, де широко представлені три види роду *Ulmus* і різноманітні типи ураження та пошкодження цих дерев.

Метою досліджень було оцінити ураженість різних видів роду *Ulmus* збудниками бактеріозу, голландської хвороби, гнилей і заселеність короїдами на різних фрагментах шляхових смуг уздовж траси Київ – Харків.

Матеріали й методи. Дослідження проведено в червні – вересні 2023 р. на ділянці Київ – Харків автомобільного шляху М 03 міжнародного значення, який проходить територією Київської, Полтавської та Харківської областей і є частиною європейського автомобільного маршруту Е 40. Географічна довгота найзахіднішого пункту (Березань) становить 31.3825°, найсхіднішого (Новий Коротич) – 36.0486°. Географічна широта має вужчий діапазон: від 50.2965° (Березань) до 49.5882° (Нова Диканька) (рис. 1).

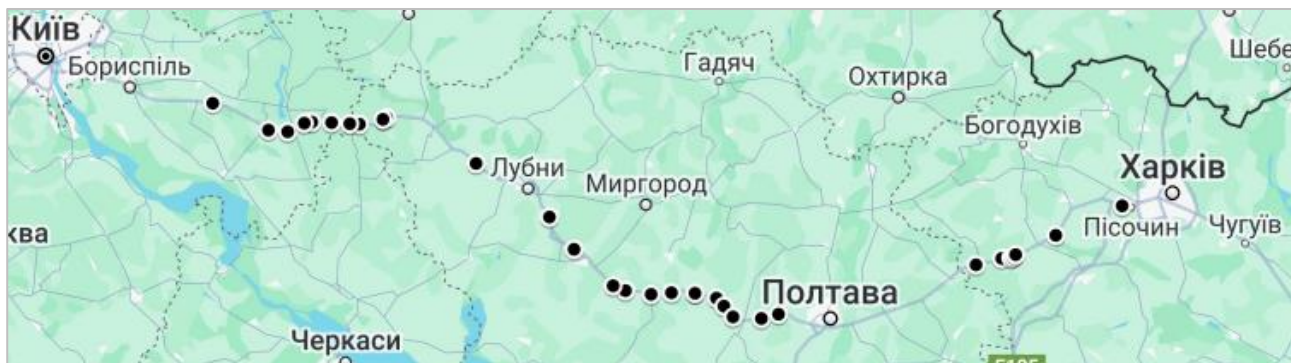


Рис. 1 – Розміщення пробних площ у захисних смугах на автомобільному шляху Київ – Харків
Fig. 1 – Location of the sample plots in protective forest belts on the Kyiv – Kharkiv highway

Лісові смуги з обох боків обстеженої частини траси представлені деревами родів *Fraxinus*, *Ulmus*, *Acer*. Наші пробні площі закладено на ділянках, де переважають дерева роду *Ulmus* – *U. glabra* Huds. (в'яз гірський, голий, або шорсткий), *U. laevis* Pall. (в'яз гладенький) та *U. pumila* L. (низький, або дрібнолистий) (табл. 1).

Таблиця 1

Кількість пробних площ та обстежених дерев окремих видів роду *Ulmus* на фрагментах автомобільного шляху Київ – Харків у межах окремих адміністративних областей

Table 1

The number of the sample plots and inspected trees of individual *Ulmus* species at the fragments of the Kyiv – Kharkiv highway within the administrative regions

Фрагмент насадження (адміністративна область) Stand fragment (Administrative region)	Кількість пробних площ Number of sample plots	Кількість обстежених дерев, екз. / % Number of inspected trees, specimens / %			
		<i>U. glabra</i>	<i>U. laevis</i>	<i>U. pumila</i>	Разом Total
Київська Kyiv region	17	116 / 30,1	164 / 42,5	106 / 27,4	386 / 100
Полтавська Poltava region	55	346 / 26,7	651 / 50,2	300 / 23,1	1297 / 100
Харківська Kharkiv region	24	22 / 3,9	233 / 41,1	312 / 55,0	567 / 100
Усі пробні площі All sample plots	96	484 / 21,5	1048 / 46,6	718 / 31,9	2250 / 100

Загалом закладено 96 пробних площ, на кожній із яких оцінено видову належність не менше 25 дерев роду *Ulmus* та визначено їхній діаметр на висоті 1,3 м. Категорію санітарного стану, дефоліацію, а також специфічні симптоми та ознаки оцінювали 2–6 червня, 31 липня – 4 серпня та 16–18 вересня 2023 р., що дало змогу діагностувати причини ослаблення дерев.

Одержані дані під час аналізу умовно розподілили на три частини відповідно до знаходження фрагмента насаджень у межах Київської, Полтавської чи Харківської адміністративних областей, які розташовані у напрямку від заходу на схід (див. рис. 1). Саме в цьому напрямку змінювався видовий склад в'язів у лісових смугах.

Категорію санітарного стану дерев в'язів оцінювали згідно із «Санітарними правилами в лісах України» (Sanitary Forests Regulations in Ukraine 2016), а дефоліацію, частоту виявлення сухих гілок, водяних пагонів, наявність окоренкових гнилей і поселень стовбурових комах – згідно з «Методичними вказівками з нагляду, обліку та прогнозування поширення шкідників і хвороб лісу для рівнинної частини України» (Meshkova 2020).

Голландську хворобу в'язів діагностували за специфічними симптомами – в'яненням і скручуванням листків, які на певний час залишаються на дереві навіть без зміни забарвлення (рис. 2–3), поступовим відмиранням тонких, а потім товстих гілок, наявністю на повздовжньому чи косому зрізі гілки темно-коричневих смужок – закупорених судин, а на поперечному – кільця з окремих крапок. На сильно уражених деревах у ходах заболонників виявляли коремії з великою кількістю конідій (Menkis et al. 2016). Для підтвердження голландської хвороби в'язів, ідентифікації збудника до рівня виду та виявлення гібридів патогена культури гриба виділяли із симптоматичних зразків пагонів, які відбирали рандомізовано із 48 пробних площ (загалом із 82 дерев). У лабораторії симптоматичні пагони корували стерильним скальпелем до темно-коричневих кілець у ксилемі. Маленькі шматочки інфікованої деревної тканини вміщували на стерильний солодовий агар (Malt Extract Agar, Biolife Italiana) та інкубували за кімнатної температури протягом 7–14 днів. Невеликі шматочки міцелію з колоній переносили на нові чашки та інкубували приблизно 14 днів для отримання чистих культур. Належність до виду підтверджували за допомогою світлового мікроскопу та молекулярними методами з геномної ДНК чистих культур із використанням специфічних грибних праймерів ITS PCR ITS1-F та ITS4, а також видоспецифічних праймерів *mtsr1* (5'-AGTGGTGTACAGGTGAG-3') та *mtsr2* (5'-CGAGTGGTTAGTACAATCC-3') для розрізнення *O. ulmi* та *O. novo-ulmi*. Для визначення патогена *Ophiostoma novo-ulmi* та його підвидів (гібридів, мутантів, тощо) використано видоспецифічні праймери для генів *col1* (SSPP) і *cu* (CU1 і CU2) (Menkis et al. 2016).



Рис. 2 – Листя *U. pumila* на початку розвитку голландської хвороби (червень 2023 р.)

Fig. 2 – Foliage of *U. pumila* at the beginning of Dutch elm disease development (June 2023)



Рис. 3 – Крона *U. pumila*, суцільно уражена голландською хворобою (липень 2023 р.)

Fig. 3 – Crown of *U. pumila* after total damage by Dutch elm disease (July 2023)

Бактеріоз діагностували за наявністю свіжого або підсохлого ексудату на корі, зміною внаслідок цього забарвлення ділянок кори (рис. 4). За даними аналізу зразків в Інституті мікробіології та вірусології Національної академії наук України збудника визначено як *Lelliottia nimipressuralis* (Carter, 1945).

Поселення короїдів реєстрували за наявністю льотних отворів у нижній частині стовбурів, а на мертвих деревах – за характерними ходами, які виявляли після зняття

фрагмента кори. Водночас таким чином можливо було ідентифікувати лише струменистого заболонника *Scolytus multistriatus* (Marsham, 1802) (рис. 5), який заселяє в'язи в нижній частині стовбура. Поселення інших видів короїдів можливо було ідентифікувати лише на зрубаних модельних деревах або опосередковано – за всиханням верхніх гілок. До аналізу, наведеного в цій статті, зараховано лише дані обліків у нижніх частинах стовбурів.



Рис. 4 – Виділення ексудату з дерева *U. pumila*, ураженого бактеріозом

Fig. 4 – Exudation from *U. pumila* tree infected with bacterial disease



Рис. 5 - Ходи заболонника струменистого *Scolytus multistriatus* (Marsham, 1802) на дереві, що загинуло від голландської хвороби в'язів

Fig. 5 – Galleries of *Scolytus multistriatus* (Marsham, 1802) on the tree that died from Dutch elm disease

Поширеність кожного чинника ураження чи пошкодження визначали як частку дерев із характерними симптомами чи ознаками від загальної кількості обстежених дерев певного виду в'яза у фрагменті насадження, що розташований у відповідній адміністративній області. Значущість різниць поширення тих чи інших причин ослаблення окремих видів в'язів у різних фрагментах насаджень оцінювали за критерієм Z . Різницю показників вважали значущою при $P = 0,05$, якщо модуль Z перевищував 1,96 (Atramentova & Utevskaia 2008).

Результати та обговорення. Як свідчать дані (табл. 1), представництво окремих видів роду *Ulmus* змінювалося в міру просування від заходу на схід: Частка *U. glabra* зменшувалася від Київської до Харківської областей, частка *U. laevis* була найбільшою у Полтавській області, а частка *U. pumila* – у Харківській.

На всіх фрагментах насадження виявляли дерева, уражені бактеріозом, голландською хворобою та окоренковими гнилями (табл. 2). Водночас частки уражених дерев залежали від виду в'яза та географічного положення пробних площ (рис. 6–9).

Поселення короїдів не було виявлено лише на деревах *U. glabra* у фрагменті насаджень на території Харківської області (див. табл. 2), що пов'язано як із невеликим представництвом *U. glabra* у цьому фрагменті насадження (див. табл. 1), так і з можливістю оглядання лише нижньої частини стовбура.

Проведені дослідження свідчать, що в обстеженому насадженні в межах Київської області бактеріоз найбільшою мірою поширений серед *U. glabra* (22,4 %) (табл. 2). Уражені бактеріозом дерева *U. glabra* та *U. laevis* у фрагменті насаджень у межах Київської області становили понад 50 % від усіх уражених і пошкоджених дерев (рис.6). Для *U. glabra* також характерне значне поширення окоренкових гнилей (понад 12 %) і доволі мале поширення голландської хвороби та поселень короїдів. Водночас дерева *U. pumila* в насадженні у межах Київської області були однаковою мірою уражені бактеріозом і заселені короїдами, дещо меншою мірою – уражені голландською хворобою. Дерев *U. laevis* у цьому фрагменті

насадження дуже зрідка були уражені голландською хворобою (1,8 %), а загальна частка дерев із пошкодженнями та ураженнями становила лише 21,3 %.

Таблиця 2

Поширеність основних чинників ураження в'язів на пробних площах

Table 2

Incidence of the main causes of *Ulmus* species damage in the sample plots

Фрагмент насадження (адміністративна область) Stand fragment (Administrative region)	Вид в'яза <i>Ulmus</i> species	Поширеність чинників ураження чи пошкодження в'язів, % ± станд. похибка Incidence of causes of elm damage, % ± Stand. error			
		Бактеріоз Bacteriosis	Голландська хвороба Dutch elm disease	Короїд Bark beetle	Окоренкова гниль Butt rot
Київська область Kyiv region	<i>U. glabra</i>	22,4 ± 3,87a	1,7 ± 1,21a	2,6 ± 1,47a	12,1 ± 3,02a
Київська область Kyiv region	<i>U. laevis</i>	11,0 ± 2,44b	1,8 ± 1,05a	6,7 ± 1,95a	1,8 ± 1,05b
Київська область Kyiv region	<i>U. pumila</i>	17,0 ± 3,65b	11,3 ± 3,08b	17,0 ± 3,65 b	1,9 ± 1,32b
Полтавська область Poltava region	<i>U. glabra</i>	11,0 ± 1,68c	7,8 ± 1,44c	5,5 ± 1,22c	2,6 ± 0,86b
Полтавська область Poltava region	<i>U. laevis</i>	11,4 ± 1,24c	4,9 ± 0,85c	8,3 ± 1,08c	2,5 ± 0,61b
Полтавська область Poltava region	<i>U. pumila</i>	9,3 ± 1,68c	10,7 ± 1,78d	8,7 ± 1,62c	3,3 ± 1,04b
Харківська область Kharkiv region	<i>U. glabra</i>	4,5 ± 4,44d	4,5 ± 4,44e	0,0 ± 0,00c	4,5 ± 4,44b
Харківська область Kharkiv region	<i>U. laevis</i>	8,2 ± 1,79d	3,0 ± 1,12e	5,6 ± 1,50c	3,0 ± 1,12b
Харківська область Kharkiv region	<i>U. pumila</i>	12,2 ± 1,85d	9,3 ± 1,64f	8,7 ± 1,59c	2,9 ± 0,95b
Усі пробні площі All sample plots	<i>U. glabra</i>	13,4 ± 1,55e	6,2 ± 1,10g	4,5 ± 0,95d	5,0 ± 0,99c
Усі пробні площі All sample plots	<i>U. laevis</i>	10,6 ± 0,95e	4,0 ± 0,61g	7,4 ± 0,81e	2,5 ± 0,48d
Усі пробні площі All sample plots	<i>U. pumila</i>	11,7 ± 1,20e	10,2 ± 1,13h	9,9 ± 1,11e	2,9 ± 0,63cd
Усі пробні площі All sample plots	Усі <i>Ulmus</i> sp. All <i>Ulmus</i> sp.	11,6 ± 0,67	6,4 ± 0,52	7,6 ± 0,56	4,8 ± 0,45

Примітка. У межах кожного стовпчика показники, позначені однаковими літерами, не мають значущих різниць при 95%-му рівні значущості.

Note. Means followed by different letters in each column are significantly different at the 95% confidence level.

Частки дерев, уражених голландською хворобою та заселених короїдом, серед усіх уражених дерев зменшувалися від *U. pumila* до *U. glabra*, тоді як частки дерев, уражених бактеріозом та окоренковими гнилями, збільшувалися у цьому напрямку (див. рис. 6).

У фрагменті насадження в межах Полтавської області за загальною часткою уражених дерев переважав *U. pumila*, тоді як решта видів в'яза за цим показником були дуже близькими (див. табл. 2). *U. pumila* був майже однаковою мірою уражений бактеріозом і голландською хворобою та дещо менше – заселений короїдами. Частки дерев трьох видів в'язів, уражених бактеріозом, були дуже близькими і становили від 9,3 % дерев *U. pumila* до 11,4 % дерев *U. laevis*. Поширеність голландської хвороби зменшувалася у ряді *U. pumila* – *U. glabra* – *U. laevis*. Окоренкові гнилі були поширені незначною мірою (2,5–3,3 % дерев) в усіх видів в'язів.

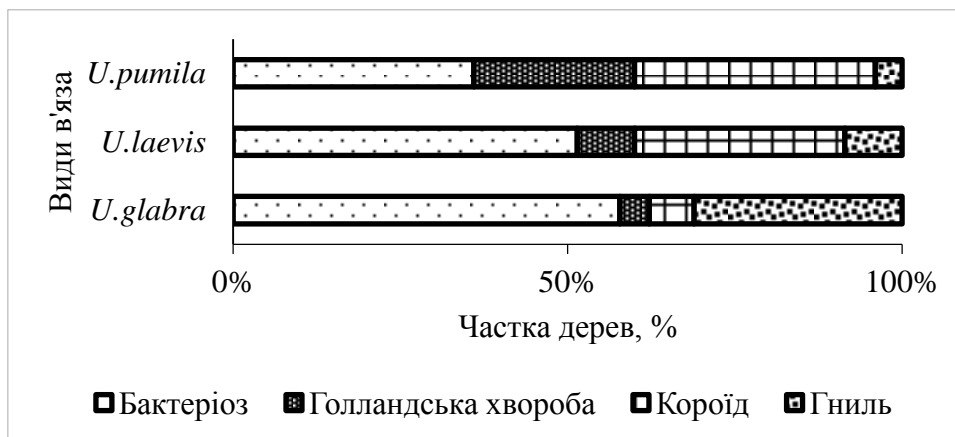


Рис. 6 – Розподіл дерев в'язів у частині насадження в Київській області за чинниками ураження чи пошкодження
Fig. 6 – Distribution of elm trees by damage types in the part of forest shelter belt in Kyiv region (bacteriosis, Dutch elm disease, bark beetle, butt rot)

Одержані дані стосовно найбільшого поширення голландської хвороби в'язів на деревах *U. pumila* суперечать висновкам італійських авторів стосовно більшої стійкості виду до ураження цією хворобою (Collin & Bozzano 2015, Santini & Faccoli 2015).

У фрагменті насадження *U. glabra* та *U. laevis* у межах Полтавської області причиною понад 40 % уражених дерев є бактеріоз і близько 10 % – окоренкові гнилі (рис.7). Частка дерев, уражених голландською хворобою, від усіх уражених дерев є найбільшою у *U. glabra*, а заселених короїдом – у *U. laevis*.

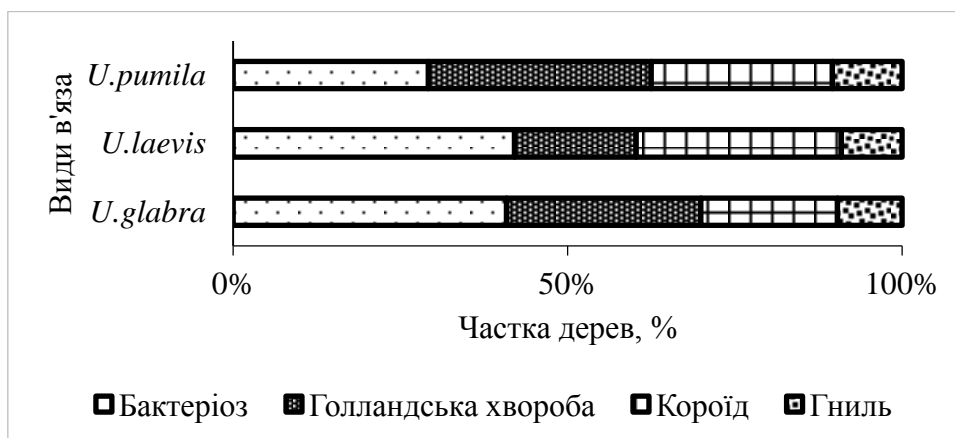


Рис. 7 – Розподіл дерев в'язів у частині насадження в Полтавській області за чинниками ураження чи пошкодження
Fig. 7 – Distribution of elm trees by damage types in the part of forest shelter belt in Poltava region (bacteriosis, Dutch elm disease, bark beetle, butt rot)

У фрагменті насадження в межах Харківської області за загальною часткою уражених дерев також, як і у Полтавській області, переважав *U. pumila* (див. табл. 2). Для *U. pumila* поширеність бактеріозу, голландської хвороби та поселень короїдів були найвищими, порівнюючи з іншими видами в'язів. Вид *U. glabra* мав найменшу частку уражених дерев, що пов'язане з найменшим представництвом цього виду в'язу у фрагменті насадження в межах Харківської області (див. табл. 2). Кількість дерев цього виду, уражених бактеріозом, голландською хворобою та гнилями, є однаковою (рис. 7). Представництво *U. laevis* у цьому фрагменті насадження було майже у 10 разів більшим, ніж *U. glabra* (див. табл. 1), але поширення уражених дерев було значно меншим, ніж *U. pumila* (див. табл. 2).

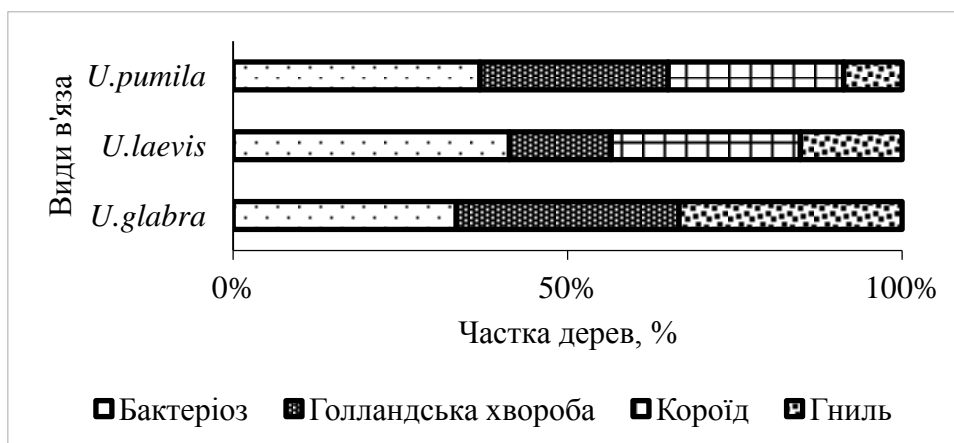


Рис. 8 – Розподіл дерев в'язів у частині насадження в Харківській області за чинниками ураження чи пошкодження
Fig. 8 – Distribution of elm trees by damage types in the part of forest shelter belt in Kharkiv region (bacteriosis, Dutch elm disease, bark beetle, butt rot)

У загальній вибірці дерев в обстежених насадженнях серед чинників ураження всіх видів роду *Ulmus* переважав бактеріоз (табл. 2, рис.9). Серед дерев *U. glabra* та *U. laevis* голландську хворобу виявляли майже вдвічі рідше, тоді як ураженість дерев *U. pumila* бактеріозом і голландською хворобою була дуже близькою і ненабагато перевищувала заселеність короїдами (див. табл. 2). На гнилі припадало 5 % уражених дерев *U. glabra*, 2,9 % *U. pumila* та 2,5 % *U. laevis*. Загалом найбільшу частку уражених дерев визначено стосовно *U. pumila*, а найменшу – стосовно *U. laevis*.

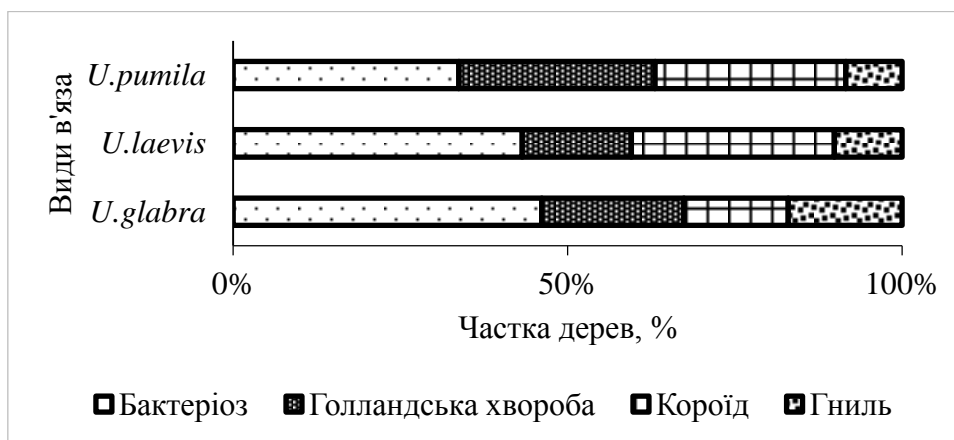


Рис. 9 – Розподіл дерев в'язів за чинниками ураження чи пошкодження на всіх пробних площах
Fig. 9 – Distribution of elm trees by damage types in all sample plots (bacteriosis, Dutch elm disease, bark beetle, butt rot)

Таким чином, дерева всіх представлених в обстежених насадженнях видів роду *Ulmus* виявляли ознаки ураження бактеріозом, голландською хворобою, окореноковими гнилями.

Із симптоматичних пагонів було успішно виділено 69 чистих культур *Ophiostoma* spp. Аналіз за допомогою кількох молекулярних праймерів підтвердив, що основним збудником голландської хвороби в'язів у дослідженому насадженні є *Ophiostoma novo-ulmi* та його підвиди (табл. 3). Жодного ізоляту, що належить до виду *O. ulmi*, не виявлено. *O. novo-ulmi* є агресивнішим патогеном, оскільки спроможний розвиватися за нижчої оптимальної температури, ніж *O. ulmi*. Це робить його конкурентоспроможним у ширшому діапазоні температур навколишнього середовища й небезпечнішим для в'язів (Hessenauer et al. 2020).

Таблиця 3

Кількість зразків та ізолятів *O. novo-ulmi*, одержаних із зразків *Ulmus* sp. у фрагментах насаджень уздовж траси Київ – Харків у межах окремих адміністративних областей

Table 3

The number of samples and isolatei of *O. novo-ulmi* from individual *Ulmus* species in the fragments of the Kyiv – Kharkiv highway within the administrative regions

Фрагмент насадження (адміністративна область) Stand fragment (Administrative region)	Кількість пробних площ/дерев Number of sample plots/trees	Кількість ізолятів Number of isolates	Кількість дерев, на яких підтверджено наявність <i>Ophiostoma novo-ulmi</i> subsp., екз. / % Number of <i>Ophiostoma novo-ulmi</i> subsp. infected specimens / %			
			<i>n-u</i>	<i>am</i>	<i>n-u/am</i>	<i>am/n-u</i>
Київська Kyiv region	8/22	16	15	1	0	0
Полтавська Poltava region	24/28	24	23	1	0	0
Харківська Kharkiv region	16/32	29	24	3	2	0
Усі пробні площі All sample plots	48/82	69	62	5	2	0

Примітка: n-u – *O. novo-ulmi* subsp. *novo-ulmi*; am – *O. novo-ulmi* subsp. *americana*; n-u/am – гібрид між subsp. *novo-ulmi* і subsp. *americana*; am/n-u – гібрид між subsp. *americana* і subsp. *novo-ulmi*.

Note: n-u – *O. novo-ulmi* subsp. *novo-ulmi*; am – *O. novo-ulmi* subsp. *americana*; n-u/am – hybride between subsp. *novo-ulmi* and subsp. *americana*; am/n-u – hybride between subsp. *americana* and subsp. *novo-ulmi*.

Аналіз свідчить, що в загальній вибірці зразків найбільш поширеним у досліджених насадженнях є підвид *O. novo-ulmi* subsp. *novo-ulmi* (89,86 % від усіх ізолятів). В усіх фрагментах насаджень виявлено українські ізоляти *O. novo-ulmi* subsp. *americana*, які мають американське походження. Із них загалом 5 ізолятів належать до subsp. *americana* (7,24 % усіх ізолятів), а два ізоляти ідентифіковано як гібриди subsp. *novo ulmi* × *americana* (2,9 % всіх штамів). Жодного гібридного штаму, ідентифікованого як subsp. *americana* × *novo-ulmi*, не виявлено (див. табл. 3).

Наше дослідження підтвердило наявність агресивного гібрида збудника (*Ophiostoma novo-ulmi* subsp. *americana* × *novo-ulmi*) вперше в лівобережній Україні, а саме у Харківській області на пробних площах у насадженні, де виявлено обидва підвиди гриба, а ареали їхнього поширення перекриваються.

Оскільки *Ophiostoma novo-ulmi* subsp. *americana* є агресивнішим, ніж *O. novo-ulmi* subsp. *novo-ulmi* (Hessenauer et al. 2020), можливо очікувати відпад значної частини уражених дерев у найближчі роки, незважаючи на порівняно низьку поширеність дерев, уражених голландською хворобою (табл. 2). Песимістичний прогноз підсилює присутність у насадженнях основного вектора голландської хвороби – заболонника *Scolytus multistriatus*.

Зважаючи на неоднакове представництво видів в'язів у різних фрагментах обстеженого насадження в окремих публікаціях буде проаналізовано особливості сезонної динаміки показників санітарного стану дерев, а також частоту одночасного ураження дерев різними з виявлених чинників.

Висновки. В обстежених лісових смугах уздовж автошляху Київ – Харків представлено три види роду *Ulmus*. Представництво *U. glabra* зменшувалося від Київської до Харківської областей. *U. laevis* найбільшою мірою представлений у Полтавській області, а *U. pumila* – у Харківській. Основними чинниками ослаблення в'язів були бактеріоз (у середньому за пробними площами 10,6–13,4 % дерев) і голландська хвороба (4,0–10,2 % дерев), меншою мірою – окоренкові гнилі (2,5–4,5 % дерев). Уперше в регіоні дослідження молекулярними методами підтверджено наявність виду американського походження *Ophiostoma novo-ulmi* subsp. *americana* та його агресивного гібрида *Ophiostoma novo-ulmi* subsp. *americana* × *novo-*

ulmi – збудників голландської хвороби в'язів. У межах доступної для огляду висоти стовбурів поселення короїдів виявлено на 4,5–9,9 % дерев. Частка уражених дерев залежала від виду в'яза та розташування фрагмента насаджень. Найуразливішим виявився *U. pumila*, стосовно якого визначено 47,2; 32 і 33 % дерев із наявністю всіх типів уражень у фрагментах насаджень в межах Київської, Полтавської та Харківської областей відповідно, зокрема уражено голландською хворобою 11,3; 10,7 і 9,3 % відповідно. Бактеріоз усіх видів в'язів був найбільшою мірою поширений у фрагменті насаджень у межах Київської області, найменшою – у межах Харківської області.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Atramentova, L. A. and Utevskaaya, O. M. 2008. Statistical methods in biology. Gorlovka, Likhtar, 248 p. (in Russian).
- Brasier, C. M. 1991. *Ophiostoma novo-ulmi* sp. nov., causative agent of the current Dutch elm disease pandemics. *Mycopathologia*, 115:151–161. <https://doi.org/10.1007/BF00462219>
- Brown, N., Vanguelova, E., Parnell, S., Broadmeadow, S., Denman, S. 2018. Predisposition of forests to biotic disturbance: Predicting the distribution of Acute Oak Decline using environmental factors. *Forest Ecology and Management*, 407: 145–154. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.10.054>
- Collin, E. and Bozzano, M. 2015. Implementing the dynamic conservation of elm genetic resources in Europe: case studies and perspectives. *iForest – Biogeosciences and Forestry*, 8: 143–148. doi: 10.3832/ ifor1206-008
- Davydenko, K. V., Borysova, V., Shcherbak, O., Kryshchok, Y., Meshkova, V. 2019. Situation and perspectives of European ash (*Fraxinus* spp.) in Ukraine: Focus on eastern border. *Baltic forestry*, 25(2): 193–202.
- Enderle, R., Stenlid, J., Vasaitis, R. 2019. An overview of ash (*Fraxinus* spp.) and the ash dieback disease in Europe. *CAB Rev*, 14: 1–12. doi: 10.1079/PAVSNNR201914025
- Gagen, M., Matthews, N., Denman, S., Bridge, M., Peace, A., Pike, R., Young, G. 2019. The tree ring growth histories of UK native oaks as a tool for investigating Chronic Oak Decline: An example from the Forest of Dean. *Dendrochronologia*, 55: 50–59. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2019.03.001>
- General characteristic of Ukrainian forests. 2022. [Electronic resource]. Available at: <https://forest.gov.ua/en/areas-activity/forests-ukraine/general-characteristic-ukrainian-forests> (accessed 15.03.2022) (in Ukrainian).
- Hessenaue, P., Fijarczyk, A., Martin, H., Prunier, J., Charron, G., Chapuis, J., Bernier, L., Tanguay, P., Hamelin, R. C., Landry, C. R., 2020. Hybridization and introgression drive genome evolution of Dutch elm disease pathogens. *Nature Ecology & Evolution*, 4(4): 626–638. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-1133-6>
- Jürisoo, L., Adamson, K., Padari, A., Drenkhan, R. 2019. Health of elms and Dutch elm disease in Estonia. *European Journal of Plant Pathology*, 154: 823–841. <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01707-0>
- Maslovata, S. A., Mamchur, T. V., Parubok, M. I. 2016. A collection of herbarium specimens of the genus *Ulmus* L. in the scientific herbarium of the Uman National University of Horticulture. In: Proc. of conf. Prospects of forestry and horticulture: Third Annenkiv readings (May 12, 2016, Uman, UNUS). Uman, p. 152–157 (in Ukrainian).
- Matuszkiewicz, J. M. 2015. Rola wiązków w zespołach roślinnych Polski. In: Bugała, W., Boratyński, A. & Iszkuło, G. (Eds.). *Wiązy*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, Poland, p. 181–223.
- Menkis, A., Östbrant, I. L., Wågström, K., Vasaitis, R. 2016. Dutch elm disease on the island of Gotland: monitoring disease vector and combat measures. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 31: 237–241. doi: 10.1080/02827581.2015.1076888
- Meshkova, V. L., Kuznetsova, O. A., Khimenko, N. L. 2022. Occurrence of *Ulmus* L. in the different forest site conditions of eastern Ukraine. *Forestry and Forest Melioration*, 140: 3–11. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.140.2022.3>
- Meshkova, V. (Ed.). 2020. Guidelines for survey, assessment, and forecasting the spread of forest pests and diseases for the plains of Ukraine. Kharkiv, Planeta-Print, 90 p. (in Ukrainian).
- Puzrina, N. V. and Yavny, M. I. 2020. Elm stands of the Kyiv Polissia of Ukraine: silvicultural and health condition. Kyiv, NULES of Ukraine, 177 p. (in Ukrainian).
- Sanitary Forests Regulations in Ukraine. 2016. [Electronic resource]. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No 756 dated 26 October 2016. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/756-2016-%D0%BF#n11> (accessed 02.02.2023) (in Ukrainian).
- Santini, A. and Faccoli, M. 2015. Dutch elm disease and elm bark beetles: a century of association. *iForest – Biogeosciences and Forestry*, 8: 126–134. doi: 10.3832/ ifor1231-008
- Skolskyi, I. M. 2008. Distribution of species of the genus *Ulmus* L. in the forest plantations of Ukraine. *Scientific bulletin of the UNFU*, 18.2: 40–45 (in Ukrainian).
- Thomas, P. A., Stone, D., La Porta, N. 2018. Biological flora of the British isles: *Ulmus glabra*. *Journal of Ecology*, 106(4): 1724–1766. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12994>

Yavny, M. I. and Puzrina, N. V. 2018. Bacterial disease of *Ulmus glabra* Huds. in the stands of the Kyiv Polissia of Ukraine. Microbiological Journal, 80 (1): 67–76 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.15407/microbiolj80.01.067>

Zakharchuk, O. I. 2014. The genus elm (*Ulmus* L.): geography (prevalence), present-day genus's condition within the Ukrainian forest resources and its preservation-related problems. [Electronic resource]. Scientific Herald of NULES of Ukraine, 2(44). Available at: http://nd.nubip.edu.ua/2014_2/14.pdf (accessed 15.03.2022) (in Ukrainian).

Kuznetsova O. A.¹, Turenko V. P.², Tovstukha O. V.³, Davydenko K. V.¹

PEST AND DISEASE INCIDENCE OF *ULMUS* SP. IN FOREST SHELTER BELTS ALONG THE KYIV – KHARKIV HIGHWAY

¹Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

²State Biotechnological University

³Sumy National Agrarian University

In June – September 2023, 2,250 trees of the genus *Ulmus* were examined in 96 test plots in forest belts along the M 03 highway, passing through the territory of Kyiv, Poltava, and Kharkiv regions. The part of *U. glabra* decreased from Kyiv to Kharkiv regions. *U. laevis* was more represented in Poltava region and *U. pumila* – in Kharkiv region. The main factors for the weakening of elms were bacteriosis (on average 10.6–13.4 % of trees) and Dutch elm disease (4–10.2% of trees), to a lesser extent – butt rot (2.5–4.5 % of trees). Within the observable height of the trunks, bark beetle exit holes and galleries were found on 4.5–9.9 % of trees. The proportion of damaged trees depended on elm species and the location of shelter belt fragments. *U. pumila* was the most affected with 47.2, 32 and 33 % of trees with the presence of different types of damage in the fragments of shelter belt within the Kyiv, Poltava, and Kharkiv regions, respectively, are particularly affected by Dutch disease 11.3; 10.7 and 9.3% respectively. For the first time in the study region, the presence of *Ophiostoma novo-ulmi* subsp. *americana* and its aggressive hybrid *Ophiostoma novo-ulmi* subsp. *americana* × *novo-ulmi* (pathogens of Dutch elm disease) was confirmed by molecular methods. Bacteriosis of all elm species was most widespread in a fragment of shelter belt within Kyiv region, and least widespread within Kharkiv region.

К е y w o r d s : elm, bacteriosis, Dutch elm disease, bark beetles, butt rot.

E-mail: urbanscapeke@gmail.com; turenko065@gmail.com; kafedra_spg@ukr.net;
kateryna.davydenko74@gmail.com

Одержано редколегією 12.09.2023



І. М. УСЦЬКИЙ¹, С. В. КОРЗУН², С. М. СОЛОХА³, І. В. ЖАДАН¹
ДИНАМІКА ТА ПРИЧИНИ ЗМІН СТАНУ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ
ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА 1992–2021 рр.

¹Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

²Державне агентство лісових ресурсів України

³Державне спеціалізоване лісозахисне підприємство «Київлісозахист»

Стан лісів Черкаської області, особливо в останні десятиліття минулого століття, став поступово погіршуватися. Площі соснових насаджень Черкащини, в яких виявлено патологічні процеси, з 2018 до 2021 р. збільшилися більш ніж у п'ять разів. Патологічні процеси переважно поширені в деревостанах VII–IX класів віку (61 %) з відносною повнотою 0,7 (62 %). Станом на 2018 р. основними причинами погіршення стану лісів були гідрологічні та стихійні явища, але станом на 2021 р. перше місце посіли хвороби (коренева губка), стовбурові шкідники та рослина напівпаразит – омела австрійська (*Viscum album* ssp. *austriacum* (Wiesb.) Vollm.). Кількість опадів і температура за вегетаційні періоди 2008–2021 рр. мають прямі зв'язки з площею поширення лісопатологічних процесів. Водний режим лісових насаджень у цих умовах залежить від поверхневого зволоження. Режим зволоження в періоди вегетації цих років відповідав переважно умовам сухого степу.

Ключові слова: патологічні процеси, *Pinus sylvestris*, вегетаційний період, температура, опади.

Вступ. Переважна частина правобережжя Дніпра на Черкащині розміщена в межах Придніпровської височини. У прилеглій до Дніпра частині Правобережжя знаходиться заболочена Ірдино-Тясминська низовина, а також підвищення – Канівські гори. Низинний рельєф має лівобережна частина Черкаської області, яка розташована в межах Придніпровської низовини. Лісові насадження області переважно (понад 60 %) створено штучно. У лісах тут переважають свіжі грабові діброви й судіброви. Порівняно вузька смуга вздовж правого берега Дніпра, зокрема Черкаський бір, належить до лісотипологічного району свіжих грабово-соснових судібров, де, крім основного типу лісу, наявні дубово-соснові субори, грабові діброви, сирі чорновільхові сугруди (Vermenyuch 2013).

Стан лісів Черкаської області, особливо в останні десятиліття минулого століття, став поступово погіршуватися. Основною причиною погіршення в 1997 р. визначено посушливий період 1995–1996 рр. (To study the causes 1997). Зв'язків із осередками корневих гнилій, хвоегризів і стовбурових шкідників не було виявлено.

На відміну від 1990-х, всихання соснових насаджень у 2021–2022 рр. переважно були спричинені поширенням стовбурових комах, омели австрійської (*Viscum album* ssp. *austriacum* (Wiesb.) Vollm.) та корневих гнилей на тлі зміни клімату (вітровали, буреломи, посухи тощо). Наслідком глобального потепління є збільшення температури, що особливо важливо у вегетаційний період. За даними відділу прикладної метеорології та кліматології Українського гідрометеорологічного інституту ДСНС та НАН України (Balabukh & Malytska 2017) за останні 30 років середня річна температура в Україні збільшилася, а період від кінця ХХ століття і до сьогодні є найтеплішим за всю історію погодних спостережень в Україні (починаючи з 1890-х років). Швидкість зміни середньої, а також максимальної та мінімальної температур за період 1961–2013 рр. становила 0,3 °С за кожні десять років. Усі сезони в Україні стали теплішими. Прогнозують, що підвищення середньої глобальної температури відбуватиметься переважно за рахунок надмірно високих температур, тоді як екстремальне зниження температур відбуватиметься рідше (Malytska & Balabukh 2020). Аналіз різних версій кліматичних змін свідчить, що на кінець ХХІ століття середня річна температура проти 2001–2010 рр. у середньому збільшиться на 2–4,6 °С (Shvidenko et al. 2018). Щодо опадів, прогнозують їхній перерозподіл у бік збільшення у зимовий та весняний періоди та зменшення влітку й восени. За аридизації клімату нині межа задовільних умов росту як для дуба, так і для сосни зсувається в північно-західному напрямку, а на півдні умови стають непридатними для їхнього росту (Shvidenko et al. 2018).

На стан лісів Черкащини, які займають Придніпровську зону центральної частини Лісостепу, та поширення в них патологічних процесів останнім часом можуть впливати кліматичні зміни. Збільшення температури протягом вегетаційного періоду разом із періодичними посухами (особливо в останнє десятиріччя) сприяли поширенню осередків хронічних хвороб дерев та активізації осередків стовбурових шкідників. З іншого боку, системна криза в лісовій галузі спричинила зниження обсягів тих лісогосподарських заходів, які не дають швидкого прибутку, але сприяють створенню стійких насаджень (створення лісових культур, проведення освітлення, прочищення, прорідження, протипожежних заходів тощо).

Дослідження динаміки патологічних явищ і причин їхньої появи дадуть змогу розробити заходи щодо їхньої мінімізації та надати прогноз щодо поширення таких процесів у найближчі роки.

Мета досліджень – визначити особливості динаміки патологічних процесів у лісах Черкаської області та оцінити вплив кліматичних змін останнього десятиріччя на стан соснових насаджень.

Матеріали й методи. Причини погіршення стану соснових насаджень виявляли шляхом зіставлення комплексу різних чинників (грунтових, водного режиму, кліматичних та екологічних змін) у порівняно здорових та уражених насадженнях. Діагностику хвороб здійснювали за плодовими тілами. Санітарний стан визначали візуально на основі критеріїв, що відповідають тій чи іншій категорії, згідно із «Санітарними правилами в лісах України» (Sanitary Forests Regulations in Ukraine 2016).

Кліматичні зміни аналізували за сумами температур та опадів за вегетаційні періоди 2008–2021рр за даними метеорологічних станцій області (Сміла, Миронівка, Звенигородка, Жашків, Умань, Чигирин) та коливанням рівнів ґрунтових вод за даними Українського гідрометеорологічного інституту (УкрГМІ).

За співвідношенням опадів та показника випаровування на основі метеоданих спеціалістами державного спеціалізованого лісозахисного підприємства (ДСЛП) «Київлісозахист» розраховано коефіцієнти зволоження за Г. Висоцьким та М. Івановим. Коефіцієнт зволоження є одним із основних кліматичних показників, який свідчить про посушливість чи, навпаки, вологість клімату (1) (Moisture coefficient 2013):

$$K_{зв} = \frac{P}{f} \quad (1)$$

де P – кількість опадів за вегетаційний період, мм;

f – випаровуваність за цей же період, максимально можливе випаровування за поточних температурних умов, не обмежене запасами вологи, зазвичай з поверхні водойм, %.

За класифікацією М. Іванова (Moisture coefficient 2013), $K_{зв}$ характеризує природні зони: напівпустелі – 0,5; сухий степ – 0,5–0,8; степ – 0,8–1; лісостеп – 1–1,2; лісова зона – понад 1,3.

Зміни стану соснових насаджень Черкаської області досліджували на основі аналізу інформації баз даних станом на кожний третій рік, починаючи з 1994 р. Інформація містила результати обстежень стану підвідомчих лісів працівниками лісогосподарських підприємств на основі розробленої в УкрНДІЛГА методики (Ustskiy 2008), а саме – площу насаджень, в яких було виявлено ті чи інші патологічні процеси, їхні таксаційні показники, причини, що ініціювали патологічний процес, лісогосподарські заходи та їхні наслідки. Визначені спеціалістами лісогосподарських підприємств причини погіршення стану насаджень охоплювали близько 60 різних варіантів, частину яких було об'єднано в групи. В основу лісопатологічного моніторингу покладено ступінь патологічного всихання насаджень: 5–10 % – слабкий, 11–30 % – середній, понад 30 % – сильний. Всихання вважали патологічним у разі всихання дерев I та II класів Крафта. Віковий діапазон площ штучно створених соснових насаджень визначали шляхом аналізу матеріалів повидільної бази даних

лісів України. Зібрану інформацію узагальнювали за допомогою спеціальних комп'ютерних програм з конкретизацією площ насаджень за класами віку, повнотою, класами бонітету та причинами погіршення їхнього стану.

Результати та обговорення. Аналіз свідчить, що від 1994 р. до 2012 р. площі лісових насаджень, в яких виявлено патологічні процеси, поступово і нерівномірно збільшувалися (рис. 1).

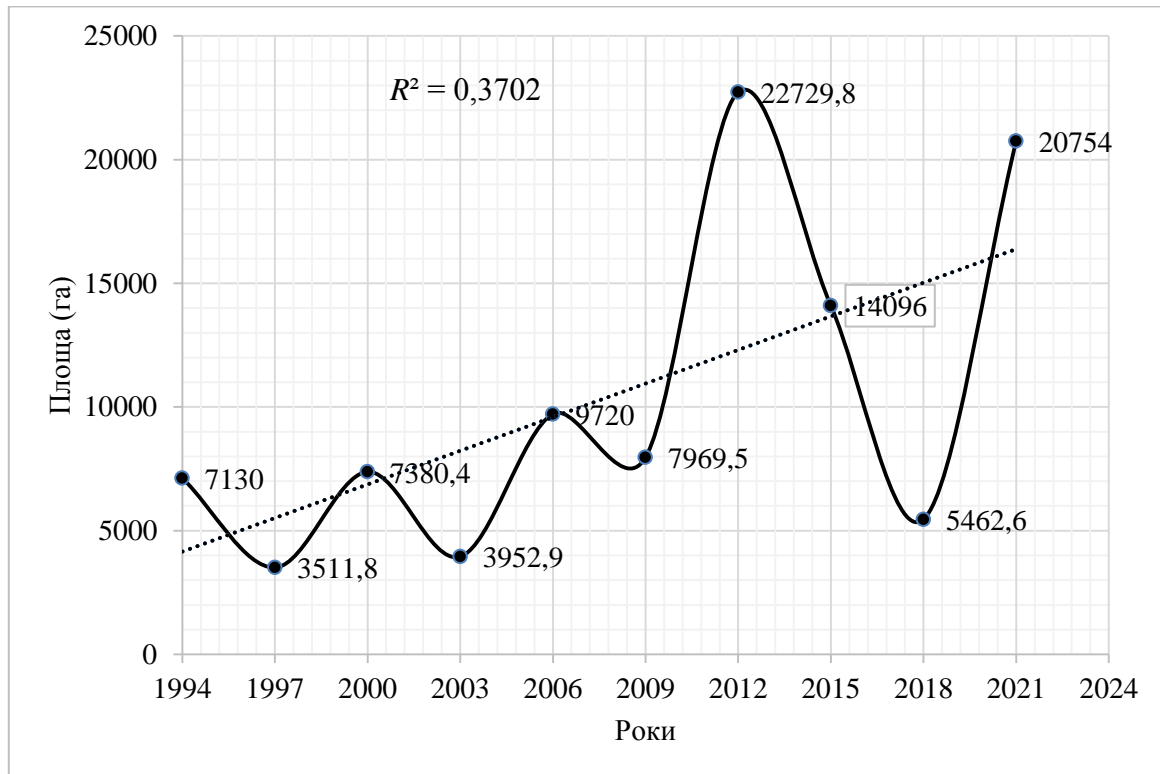


Рис. 1 – Динаміка площ лісових насаджень Черкаської області, в яких виявлено патологічні процеси, станом на кожний третій рік за період 1992–2021 рр.

Fig. 1 – Dynamics of forest areas in Cherkasy region, in which pathological processes were detected, as of every third year for 1992–2021

Найсуттєвіше збільшення площ насаджень, в яких виявлено патологічні процеси, зареєстровано станом на 2012 р. – 22,7 тис. га. Дані станом на 2015 р. є розрахунковими через недостатню інформацію щодо патологічних процесів за цей період. Станом на 2018 р. площа таких насаджень зменшилася до 5,5 тис. га. У наступні періоди площі насаджень, в яких зафіксовано патологічні процеси, знову стали збільшуватися, досягнувши станом на 2021 р. близько 21 тис. га.

Такі різкі зміни площі насаджень, що всихають у Черкаській області, пояснюються нерівномірними обсягами санітарних заходів. Серед насаджень, що всихають, найбільшу частку займають соснові (*Pinus sylvestris* L.) – 64 %, хоча частка соснових лісів у вкритій лісовою рослинністю площі Черкаської області становить лише 29,0 % (табл. 1), що свідчить про значне погіршення стану сосняків області. Для порівняння: дубові насадження (*Quercus robur* L.) займають близько 46,2 % вкритих лісовою рослинністю площ, а їхня частка серед насаджень, в яких виявлено патологічні процеси, становить 29 %. Частка площі насаджень інших порід, що всихають, від загальної площі насаджень, в яких виявлено патологічні процеси, також є суттєво меншою від частки цих порід від вкритої ними площі. Найбільшого поширення патологічні процеси набули в насадженнях VII–IX класів віку (61 %). Насадження IX класу віку були створені в 30-х роках минулого сторіччя, ще до другої

світової війни, а VIII та VII – після війни, в 1950–1960-х роках. Насадження X–XIII класів є залишками чи недорубами, можливо, ще природних сосняків і займають невелику площу. Патологічні процеси в насадженнях виявляються у V (3,2 %) та VI (12,3 %) класах віку.

Таблиця 1

Розподіл площі лісоутворювальних порід у лісовому фонді та серед площі насаджень, що всихають у лісах Черкаської області станом на 2018 р.

Table 1

Spread of area of forest-forming tree species in the forest fund and in the area of declining stands of Cherkasy region as of 2018

Породи дерев Tree species	Весь лісовий фонд All forest fund		Площа насаджень що всихають Declining stands		Співвідношення, %* Proportion, %
	Площа, га Area, ha	%	Площа, га Area, ha	%	
Сосна Pine	73 474	29,0	3 473	63,6	4,7
Дуб Oak	116 837	46,2	1 610	29,5	1,4
Ясень Ash	12 004	4,7	86	1,6	0,7
Береза Birch	2 270	0,9	1	–	–
Осіка Aspen	557	0,2	1	–	–
В'яз Elm	757	0,3	8	0,1	1,0
Робінія Black locust	23 468	9,3	199	3,6	0,8
Граб Hornbeam	6 770	2,7	86	1,6	1,6
Інші та чагарники Others and shrubs	16 988	6,7	–	–	–
Загалом In total	253 125	100,0	5 465	100	2,2

*Частка площі насаджень породи, в яких виявлено патологічні процеси, від загальної площі, яку вона займає.

*The proportion of the stands of tree species, in which pathological processes were detected, from the total area of given species.

Більшість ділянок соснових насаджень, в яких виявлено патологічні процеси (62 %), мали відносну повноту 0,7 (див. табл. 2). Близько 2,2 % насаджень сосни, в яких виявлено патологічні процеси, мали повноту 0,4–0,5 і близько половини цих насаджень мали XI клас віку. Такі насадження з повнотою 0,9–1,0 мали переважно V–IX класи віку й займали 7,2 % площ деревостанів, в яких виявлено патологічні процеси. Понад 60 % високоповнотних насаджень мали VI–VII класи віку.

Станом на 2018 р. основними причинами погіршення стану соснових насаджень визначено пониження рівня ґрунтових вод – 27 % площ, стихійні явища (вітровали, буреломи) – 25 % площ, несприятливі умови росту – 22 % (табл. 3). Усі названі причини погіршення стану насаджень свідчать про зменшення опадів, пов'язане з цим погіршення умов росту, виникнення пожеж (6 % площ) на тлі пошкодження вітром. Із кліматичними змінами, зокрема підвищенням температур, пов'язують погіршення стану насаджень на 8 % площ.

Таблиця 2

Розподіл площ соснових насаджень Черкаської області, в яких виявлено патологічні процеси, за повнотами в контексті класів віку станом на 2018 р.

Table 2

Distribution of areas of pine stands in Cherkasy region, in which pathological processes were detected, by the relative density of stocking in the context of the age classes as of 2018

Повнота Relative density of stocking	Клас віку Age class												Загалом Total	%
	П і м е н ш е	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII		
≤ 0,4	–	–	–	–	–	–	–	–	1	0,5	1,2	–	2,7	0,08
0,5	–	–	–	–	13	2,3	0,7	11,8	2,5	39,3	5,9	–	75,5	2,17
0,6	–	–	–	2	57,9	79	71,4	93,7	56,5	71,7	18,3	4,6	455,1	13,1
0,7	–	–	3,5	44,5	166,3	368,7	483,5	542,2	301,2	201	51,7	–	2162,6	62,26
0,8	0,8	–	–	20,0	115,5	114,3	105,8	128,7	28,4	12,1	–	–	525,6	15,13
0,9–1.0	1,5	–	–	45,1	75,8	79,9	39,8	10,1	–	–	–	–	252,2	7,26
Разом Total	2,3	–	3,5	111,6	428,5	644,2	701,2	786,5	389,6	324,6	77,1	4,6	3473,7	100
%	0,07	–	0,1	3,21	12,34	18,55	20,19	22,63	11,22	9,34	2,22	0,13	100	–

Таблиця 3

Розподіл площ соснових насаджень, що всихають, за класами ініціювальних причин станом на 2018 та 2021 рр.

Table 3

Distribution of areas of dying pine stands by classes of initiating causes as of 2018 and 2021

Класи причин Group of causes	2018 р.*		2021 р.**	
	Площа, га Area, ha	%	Площа, га Area, ha	%
Погодні умови / Weather conditions	268,3	7,72	–	–
Хвороби / Diseases	5,2	0,15	14 610	71
Гідрологія / Hydrology	943,1	27,15	–	–
Шкідники / Pests	–	–	2 905	26
Стихія / Natural phenomena	877,7	25,27	665	3
Ведення господарства / Management	5,8	0,17	–	–
Пожежі / Fire	197,7	5,69	–	–
Умови росту / Site conditions	755,3	21,74	–	–
Не визначено / Not specified	420,6	12,11	–	–
Загалом / Total	3 473,7	100	18 180	100

*2018 р. – дані моніторингу патологій лісу УкрНДЦЛГА.

2018 – forest pathology monitoring data of URIFFM.

**2021 р. – дані ДСЛП «Київлісозахист».

2022 у. – data from Kyivlisozakhyst.

Збір даних для бази лісових насаджень, в яких виявляли лісопатологічні процеси, станом на 2021 р. у зв'язку з війною та реформуванням галузі не завершено, тому з метою порівняння використано дані ДСЛП «Київлісозахист» станом на 2021 р. Аналіз свідчить, що основною причиною погіршення стану соснових насаджень є омела австрійська, яка є рослиною-паразитом і ураження якою віднесено до класу «хвороб»; площа таких насаджень становить 11,3 тис. га. До класу «хвороб» віднесено також виявлені осередки кореневої губки на площі 2,9 тис. га та стовбурових гнилей (соснова губка та інші) на площі 25 га. Виявлено також 1,5 тис. га осередків комах-хвоєгризів, зокрема соснового шовкопряда – 0,7 тис. га, соснових пильщиків – 0,5 тис. га, та соснової совки – 0,3 тис. га. Відзначено

також пошкодження соснових культур хрущами на площі 1,4 тис. га. Водночас в 2021 р. було пошкоджено вітром (бурелом) 665 га лісових насаджень (стихійні явища). Загалом від 2018 до 2021 р. площі соснових насаджень, в яких зафіксовано патологічні процеси, збільшилися у понад п'ять разів. Станом на 2021 р. виявлено також пошкодження дубових деревостанів непарним шовкопрядом (2,3 тис. га).

Причиною заселення сосняків омелою є поступове розрідження перестійних і стиглих соснових деревостанів у сугрудових і багатих субборових умовах правобережжя р. Дніпро, що призводить до розвитку суцільного різноманітного листяного підліску (черемха, глід, горобина тощо), який приваблює омелюхів і дроздів. Ці птахи живляться взимку ягодами омели, а насіння разом із їхніми екскрементами потрапляє на гілки сосни, до проростає. Поява омели в соснових насадженнях Черкащини свідчить, з одного боку, про покращення стану довкілля у зв'язку із закриттям хімічних заводів у Черкасах, що підтверджується збільшенням кількості птахів, що мігрують уздовж правого берега Дніпра (Піуґа 2014), а з іншого – про поступову деградацію соснових насаджень у багатих умовах правого берега Дніпра та їхню поступову заміну на листяні.

Враховуючи суттєве погіршення стану сосняків на тлі кліматичних змін, з одного боку, та поступову зміну вікової структури насаджень – з іншого, важливо виявити тісноту зв'язків між площею всихання та цими змінами.

Суми температур вегетаційних періодів 2008–2021 рр. (рис. 2) характеризуються як періодами збільшення (2008–2012 рр. на 423 °С та 2016–2018 рр. на 485 °С), так і періодами різкого зменшення (2012–2016 рр. на 525 °С та 2018–2021 рр. на 454 °С).

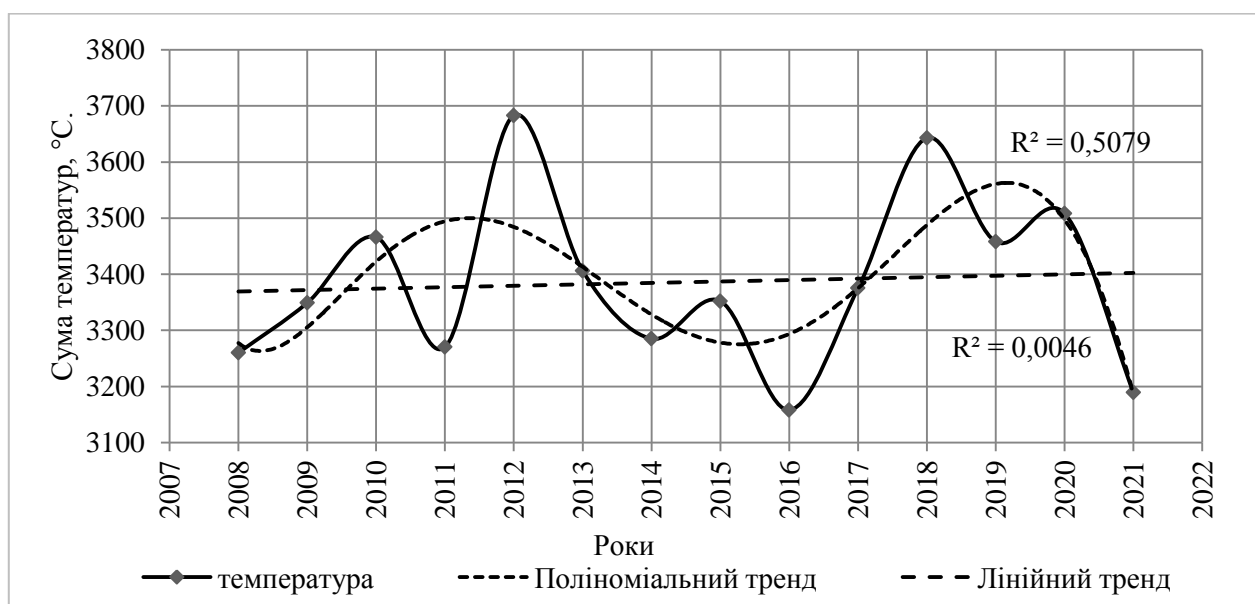


Рис. 2 – Суми температур за вегетаційні періоди 2008–2021 рр. за даними метеостанцій Черкаської області
Fig. 2 – Sum of temperatures for the growing seasons according to weather stations in Cherkasy region

Загалом динаміку температур за періоди вегетації найточніше описує лише поліноміальне рівняння 5-го ступеня ($R^2 = 0,51$). Тренд лінійної регресії не є значущим.

Динаміку суми опадів за вегетаційні періоди 2008–2021 рр. (рис. 3) також найточніше описує поліномом 5-го ступеня ($R^2 = 0,59$) і свідчить про поступове нерівномірне зниження опадів із 2011 до 2019 р. Тренд лінійної регресії не є значущим.

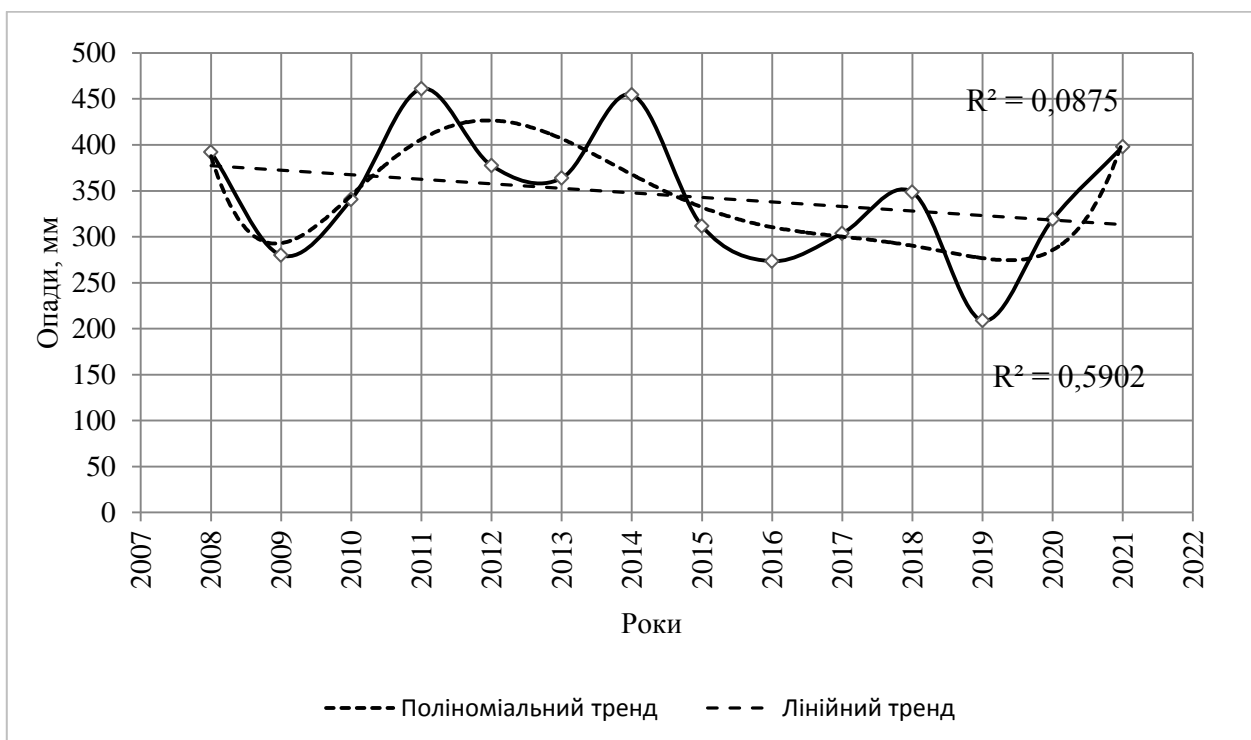


Рис. 3 – Суми опадів за вегетаційні періоди 2008–2021 рр. за даними метеостанцій Черкаської області
Fig. 3 – Sum of precipitations for the growing seasons of 2008–2021 according to weather stations in Cherkasy region

Динаміка коефіцієнта зволоження, який характеризує співвідношення кількості опадів і випаровування за той самий період (рис. 4), свідчить про виразну тенденцію до поступового нерівномірного збільшення посушливості за період 2008–2021 рр. Переважно режим зволоження території області в періоди вегетації відповідає умовам сухого степу, а у 2009, 2016, 2017 та 2019 рр. – напівпустелі.

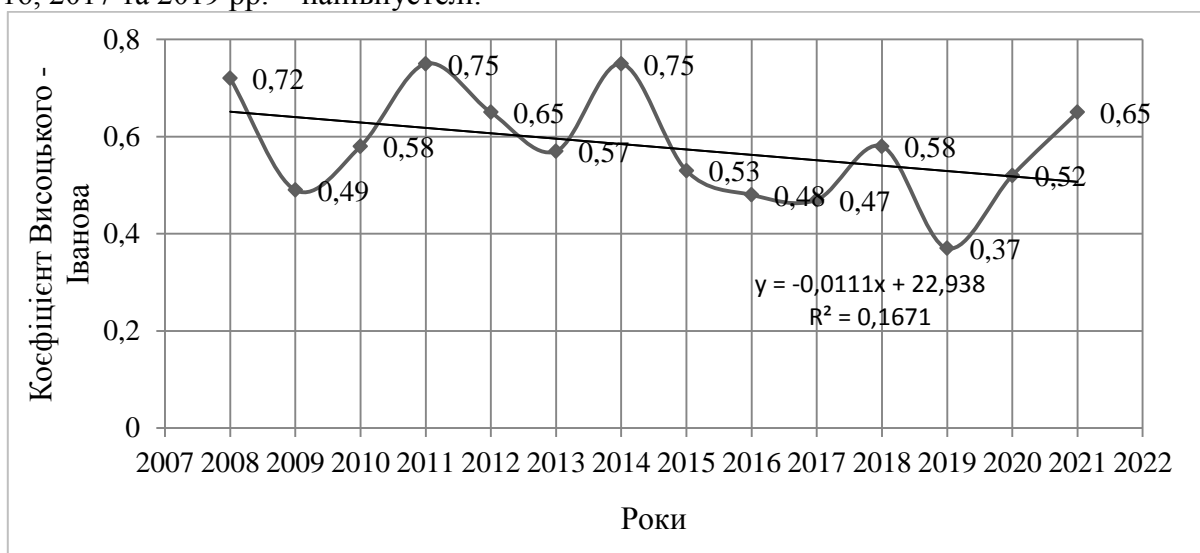


Рис. 4 – Динаміка коефіцієнта зволоження Висоцького-Іванова за періоди вегетації 2008–2021 рр. в умовах Черкаської області
Fig. 4 – Dynamics of moisture coefficient by Vysotsky and Ivanov during the 2008–2021 growing seasons in Cherkasy region

Рівні ґрунтових вод правобережної частини Черкаської області (табл. 4) знаходяться переважно на недоступній для кореневих систем дерев глибині й найглибше – у Канівському районі, на глибині близько 45 м, дещо вище – в Уманському районі, на глибині 14 м, та

в Чигиринському – на глибині 10 м. У Лисянському районі рівні ґрунтових вод знаходяться найближче до поверхні (3,3 м), проте і їхня доступність для кореневих систем сосни є обмеженою.

Таблиця 4

Середні рівні ґрунтових вод за період 2008–2014 рр. на територіях районів розташування лісового фонду основних державних лісогосподарських підприємств Черкаської області

Table 4

Average groundwater levels for 2008–2014 in the areas of forest stands in the main state forestry enterprises in Cherkasy region

Рік Year	Райони області Districts of the region			
	Канівський	Уманський	Чигиринський	Лисянський
2008	44,79	13,95	8,94	3,25
2009	44,77	14,28	8,95	3,28
2010	44,77	14,01	8,79	3,23
2011	44,85	13,51	8,91	3,35
2012	44,85	14,23	8,93	3,42
2013	45,31	14,55	9,07	3,37
2014	45,45	14,7	9,93	3,21
M_r	44,97	14,17	9,07	3,30
M_{max}	45,45	14,7	9,93	3,42
M_{min}	44,77	13,51	8,79	3,21
Відхилення Deviation	0,68	1,19	1,14	0,21

Примітка. M_r – середній рівень ґрунтових вод; M_{max} – максимальна глибина ґрунтових вод; M_{min} – мінімальна глибина ґрунтових вод.

Note. M_r is the average groundwater level; M_{max} is the maximum depth of the groundwater; M_{min} is the minimum depth of the groundwater.

За такого рівня ґрунтових вод водний режим лісових насаджень цілком залежить від поверхневого зволоження. В умовах Канівського, Уманського, Чигиринського районів найнижчий рівень залягання ґрунтових вод відзначено у 2014 р., а у 2008–2014 рр. він знизився на 0,7; 1,2 та 1,1 м відповідно. В Лисянському районі за цей період рівень ґрунтових вод майже не змінився, а у 2012 р., навпаки, підвищився на 20 см. Загалом зміни рівнів ґрунтових вод на таких глибинах можуть бути пов'язані з наповненістю місцевих водосховищ і можуть опосередковано впливати на стан насаджень.

Висновки. Із 1994 р. до 2021 р. площі лісових насаджень, в яких виявлено патологічні процеси, поступово і нерівномірно збільшувалися. Найбільші площі таких насаджень зареєстровано станом на 2012 р. Серед насаджень, що всихають, найбільші площі займають соснові – 64 %, частка яких у вкритій лісовою рослинністю площі регіону становить 29,0 %. Патологічні процеси набули поширення в сосняках VII–IX класів віку (61 %). Більшість площ насаджень, в яких виявлено патологічні процеси, мали відносну повноту 0,7 (62 %). Близько 62 % високоповнотних насаджень (0,9–1,0), в яких виявлено патологічні процеси, мали VI–VII класи віку. Станом на 2018 р. основними факторами погіршення стану були гідрологічні та стихійні явища, а станом на 2021 р. – коренева губка та омела австрійська.

Загалом із 2018 р. до 2021 р. площі соснових насаджень, в яких виявлено патологічні процеси, збільшилися в 4,3 разу. У 2008–2021 рр. режим зволоження території області в періоди вегетації відповідав умовам сухого степу, а у 2009, 2016, 2017 та 2019 рр. – напівпустелі. Рівні ґрунтових вод правобережної частини Черкаської області знаходяться переважно на недоступній для кореневих систем дерев глибині, і водний режим лісових насаджень тут більшою мірою залежить від поверхневого зволоження.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Balabukh, V. O. and Malyska, L. V.* 2017. Assessment of modern changes in the thermal regime of Ukraine. *Geoinformatics*, 4(64): 34–49 (in Ukrainian).
- Ліу́ха, О. В.* 2014. Spacious and quantitative regularities of bird migration in the region of Kremenchuk reservoir in the daytime. [Electronic resource]. Herald of the Cherkasy University. Series: Biological sciences, 36: 27–34. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VchuB_2014_36_6 (accessed 21.06.2023) (in Ukrainian).
- Malyska, L. V. and Balabukh, V. O.* 2020. Probable changes in the climatic conditions of Ukraine by the middle of the 21st century *Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology*, 1(56): 94–100 (in Ukrainian).
- Moisture coefficient: study guide. 2013. Lanovenko, O. G. & Ostapishyna, O. O. (Eds.). Kherson, PP Vyshemirskiy V. S., 107 p. (in Ukrainian).
- Sanitary Forests Regulations in Ukraine. 2016. [Electronic resource]. 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 21.06.2023) (in Ukrainian).
- Shvidenko, A. Z., Buksha, I. F., Krakowska, S. V.* 2018. Vulnerability of Ukraine's forests to climate change. Kyiv, Nika-Center, 184 p. (in Ukrainian).
- To study the causes of widespread forest dieback. To justify measures to increase their stability. 1997. Final scientific report on topic No. 121. State registration No 0194U012789 mF 0200U003250. Kharkiv, URIFFM, 283 p. (in Ukrainian).
- Ustskiy, I. M.* 2008. Methodical guidelines for collecting information for the subcompartment database of forest stands in Ukraine in which pathological processes have been detected. Kharkiv, URIFFM, 14 p. (in Ukrainian).
- Vermenych, Ya. V.* 2013. Cherkasy region. In: Encyclopedia of the history of Ukraine: in 10 volumes. Smoliy, V. A. et al. (Eds.); Institute of History of Ukraine, National Academy of Sciences of Ukraine. Kyiv, Naukova Dumka, Vol. 10: T–Ya, p. 497 (in Ukrainian).

Ustskiy I. M.¹, Korzun S. V.², Solokha S. M.³, Zhadan I. V.¹

DYNAMICS AND CAUSES OF CHANGES IN THE HEALTH CONDITION OF PINE STANDS IN CHERKASY REGION DURING 1992–2021

¹*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky*

²*State Forest Resources Agency of Ukraine*

³*State Specialized Forest Protection Enterprise “Kyivlisozakhyst”*

From 2018 to 2021, the area of pine stands in Cherkasy region affected by pathological processes increased by more than five times. The pathological processes are widespread in stands of VII-IX age classes (61%), with a relative density of stocking of 0.7 (62%). In 2018, the main causes of deterioration were hydrological and natural phenomena while in 2021, diseases (root rot), stem pests, and parasitic plant Austrian mistletoe (*Viscum album* ssp. *austriacum* (Wiesb.) Vollm.) came in first place. The hydrological regime during these years corresponded mainly to the conditions of the dry steppe. The water regime of forests in these conditions depends on surface moisture.

К e y w o r d s : pathological processes, *Pinus sylvestris*, growing season, temperature, precipitation.

E-mail: ivanuski1950@ukr.net

Одержано редколегією 04.07.2023



О. І. ХРОМУЛЯК

ЗАХИСТ НЕЗІМКНЕНИХ КУЛЬТУР СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ ВІД ПОТРАВИ ДИКИМИ ПАРНОКОПИТНИМИ ТВАРИНАМИ В КИЇВСЬКОМУ ПОЛІССІ

Дніпровсько-Тетерівське державне лісомисливське господарство

У Київському Поліссі однією з проблем лісовідновлення є потрава молодих рослин сосни звичайної дикими парнокопитними тваринами. Оцінено ефективність застосування репеленту «Цервакол Екстра» для захисту незімкнених культур сосни в ДП «Київська ЛНДС». На двох ділянках 30 × 20 м окремо для кожної рослини дослідного й контрольного варіантів виявляли: наявність пошкодження лише верхівкового пагона, наявність пошкоджень верхівкового та бічних пагонів, відсутність пошкоджень. Також окомірно визначали частку пошкоджених пагонів кожної рослини – до 50 % та ≥ 50 %, а також частку рослин, які втратили спроможність до регенерації. Доведено, що у варіанті застосування репеленту «Цервакол Екстра» зменшується інтенсивність пошкодження пагонів сосни парнокопитними та частка рослин, що втратили спроможність до регенерації ($p < 0,05$). Частка рослин, пошкоджених парнокопитними у варіанті застосування репеленту, не перевищувала 6 %.

Ключові слова: *Pinus sylvestris* L., лісові культури, хребетні фітофаги, захист рослин.

Вступ. У лісах Київського Полісся переважає сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) (Fuchylo et al. 2012). Цей вид кількісно є найважливішим у складі зимового корму для диких парнокопитних (Lindmark et al. 2020). Інтенсивне поїдання тваринами пагонів сосни призводить до суттєвих економічних втрат через зниження якості деревини, темпів росту дерев і збільшення відпаду (Gill 1992, Nilsson et al. 2016). Наслідками значного пошкодження парнокопитними лісових культур є унеможливлення вчасного переведення їх у вкриті лісовою рослинністю землі, погіршення сортиментної та породної структури майбутніх деревостанів, заселення ослаблених дерев стовбуровими комахами й ураження збудниками хвороб (Honkanen 1994, Yevtushevskiy & Piev 2016). На успішність лісовідновлення в регіоні досліджень суттєво негативно впливають такі парнокопитні тварини: козуля європейська (*Capreolus capreolus* L.), лось звичайний (*Alces alces* L.), лань європейська (*Cervus (Dama) dama* L.), олень благородний (*Cervus elaphus* L.) і кабан дикий (*Sus scrofa* L.) (Shadura et al. 2004).

Численні факти загибелі лісових культур сосни звичайної внаслідок збільшення чисельності диких парнокопитних тварин також відмічають на теренах Польщі, Швеції, Норвегії, Шотландії, Фінляндії, Латвії та інших країн (Vehvilainen & Koricheva 2006, Long et al. 2007, Yevtushevskiy 2008, Wallgren et al. 2013, Nilsson et al. 2016, Bergvall & Leimar 2017, Velamazán et al. 2017, Felton et al. 2018, Stutz et al. 2019, Lindmark et al. 2020, Dūmiņš et al. 2021). Ступінь пошкодження насаджень унаслідок потрави тваринами залежить не лише від щільності популяцій останніх на одиницю площі, але й від віку деревостану, його структури, складу, а також системи ведення лісового господарства. Найчастіше потрави відбуваються в насадженнях віком до 10 років (Bernacka et al. 2015, Yevtushevskiy & Piev 2016, Bergvall & Leimar 2017).

У лісогосподарському виробництві існують такі способи захисту незімкнених лісових культур від пошкодження парнокопитними тваринами: механічний (огороджування ділянок молодих насаджень або окремих саджанців дерев'яними рейками, металевою сіткою або дротом), біологічний (регулювання чисельності тварин) і хімічний (оброблення рослин репелентами) (Yevtushevskiy 2008, Bernacka et al. 2015). Серед цих способів найбільш гуманним та економічно доцільним є оброблення рослин (переважно верхівкового пагона) репелентами – засобами, що відлякують тварин. Результати окремих досліджень (Lindmark et al. 2020, Dūmiņš et al. 2021) свідчать про позитивний досвід застосування репелентів для захисту незімкнених лісових культур від пошкодження парнокопитними. Водночас

застосування в лісах репелентів є дорогим, оскільки цей захід слід повторювати щороку (Stutz et al. 2019).

Оцінювання впливу диких парнокопитних на стійкість і склад насаджень, спроможність дерев до регенерації є критично важливим для визначення належних стратегій управління, особливо в умовах збільшення чисельності цих тварин (Perea & Gil 2014). Виникає необхідність впровадження нових лісокультурних практик, які беруть до уваги присутність парнокопитних у лісі, щоб зменшити збитки, заподіювані тваринами, та забезпечити невиснажливе ведення лісового господарства.

Мета дослідження – визначити ефективність застосування репеленту «Цервакол Екстра» для захисту рослин сосни звичайної від пошкодження дикими парнокопитними в Київському Поліссі.

Матеріали й методи. Дослідження проведено в Старопетрівському лісництві Державного підприємства «Київська лісова науково-дослідна станція» (ДП «Київська ЛНДС»), нині – ДП «Клавдієвська ЛНДС») у Київській області.

Клімат території досліджень – помірно-континентальний, середня багаторічна температура становить 7–7,5 °С. Період із середньою добовою температурою повітря понад 0 °С триває 250 днів, понад 5 °С – 205 днів, понад 10 °С – до 160 днів. Середня багаторічна кількість атмосферних опадів сягає 600–700 мм. Тривалість утримання снігового покриву становить 70–95 днів, а його середня висота – 20 см (Ecological passport of Kyiv region 2021). Загалом клімат регіону досліджень є сприятливим для росту сосни звичайної, дуба звичайного (*Quercus robur* L.), ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.), липи дрібнолистої (*Tilia cordata* Mill.), берези повислої (*Betula pendula* Roth.), осики (*Populus tremula* L.), вільхи чорної (*Alnus glutinosa* (L.) Gaerth.), ліщини звичайної (*Corylus avellana* L.), бузини червоної та чорної (*Sambucus racemosa* L. і *Sambucus nigra* L.), бруслини бородавчастої і європейської (*Euonymus verrucosus* Scop. і *Euonymus europaeus* L.) тощо (Ostapenko and Tkach 2002).

Дані щодо чисельності парнокопитних на території лісового фонду ДП «Київська ЛНДС» взято за матеріалами егерської служби станом на осінь 2020 р. На дослідній території наявні щільні популяції парнокопитних: козулі – 25,6 голів на 1 000 га, лося – 0,9, лань – 0,9, оленя – 3,1. Загальна чисельність парнокопитних становила 276 голів, із них 230 особин козулі, 8 – лося, 8 – лані європейської, 30 – оленя благородного. Щорічний приріст поголів'я становить у середньому 15 %.

Ефективність застосування репеленту «Цервакол Екстра» для захисту рослин сосни від поїдання тваринами оцінювали впродовж зимового періоду (грудень-лютий) 2020–2021 рр. на двох ділянках незімкнених лісових культур (ділянка № 1 – Старопетрівське лісництво, квартал 48, вік – 4 роки; ділянка № 2 – Старопетрівське лісництво, квартал 118, вік – 8 років).

Площа ділянки № 1 становила 0,9 га, ділянки № 2 – 2,2 га. На обох ділянках було створено чисті за складом культури сосни однорічними сіянцями з відкритою кореневою системою. Схема розміщення садивних місць – 2 × 0,7 м (початкова густина – 7 143 шт. на 1 га). На ділянках у значній кількості (до 3 тис. шт. на 1 га) обліковано природне поновлення таких деревних і чагарникових листяних видів: черемхи звичайної (*Prunus padus* L.), дуба звичайного (*Quercus robur* L.), крушини ламкої (*Rhamnus frangula* L.), осики (*Populus tremula* L.), берези повислої (*Betula pendula* Roth.). До оброблення репелентом «Цервакол Екстра» рослини на ділянках характеризувалися сильним ступенем пошкодження верхівкового та бічних пагонів: на ділянці № 1 – пошкодження виявлено для 100 % рослин, на ділянці № 2 – 71 %, оскільки парнокопитні присутні на всій території лісового фонду підприємства.

«Цервакол Екстра» (виробник Ламель плюс) – біотехнічний препарат для захисту рослин від поїдання тваринами, не фітотоксичний. Активні речовини: каолін (300 г·кг⁻¹), пісок кварцовий (250 г·кг⁻¹), етанол 1–5 %. Препаративна форма – паста. Препарат відлякує тварин шляхом впливу на смак, нюх і зір. Спосіб нанесення – ручний (обмазування верхньої частини центрального пагона та верхніх бічних пагонів рослин).

З метою дослідження ефективності застосування репеленту на обох ділянках у центральній частині було закладено по одній пробній площі розміром 30 × 20 м (0,06 га). Довшу сторону пробної площі розміщували вздовж рядів лісових культур. Було охоплено 10 рядів культур завдовжки 30 м. Кожен обліковий ряд було поділено на дві частини (по 15 м): «дослід» і «контроль». На варіанті «дослід» рослини сосни оброблено репелентом, а на варіанті «контроль» рослини залишено без впливу. Оброблення рослин репелентом на ділянці № 1 проведено 26.11.2020, на ділянці № 2 – 05.11.2020. Обліки проведено 24.12.2020, 28.01.2021, 03.03.2021, 14.04.2021 і 17.05.2021.

Кількість досліджуваних рослин на ділянці № 1 становила 360 шт. (198 шт. – «дослід» і 162 шт. – «контроль»), на ділянці № 2 – 288 шт. (111 і 177 шт. відповідно).

Пошкодження тваринами пагонів після оброблення репелентом легко відрізнити від пошкоджень, які заподіяно до оброблення. Попередньо пошкоджені гілки були або сухими, або з густими пучками хвої з нещодавно пророслими пагонами, які з'явилися протягом поточного вегетаційного періоду (Faber & Lavsund 1999). Це дало можливість окремо врахувати пошкодження, заподіяні під час годівлі тварин у зимовий період (грудень – лютий). Інтенсивність пошкодження оцінювали за такими критеріями: наявність пошкодження лише верхівкового пагона, наявність пошкодження верхівкового та бічних пагонів, відсутність пошкоджень. Ми оцінювали також частку пошкоджених парнокопитними тваринами рослин сосни від загальної їхньої кількості на ділянці, а також ступінь їхнього пошкодження (частку пошкоджених пагонів кожної рослини). Ступінь пошкодження парнокопитними рослин визначали окомірно за двома градаціями: до 50 % та ≥ 50 % пошкоджених пагонів. Рослинами, які втратили спроможність до регенерації, вважали такі, що не мали жодного пагона, який потенційно міг би забезпечити ріст дерева у висоту (Perea & Gil 2014, Velamazán et al. 2017) (рис. 1).

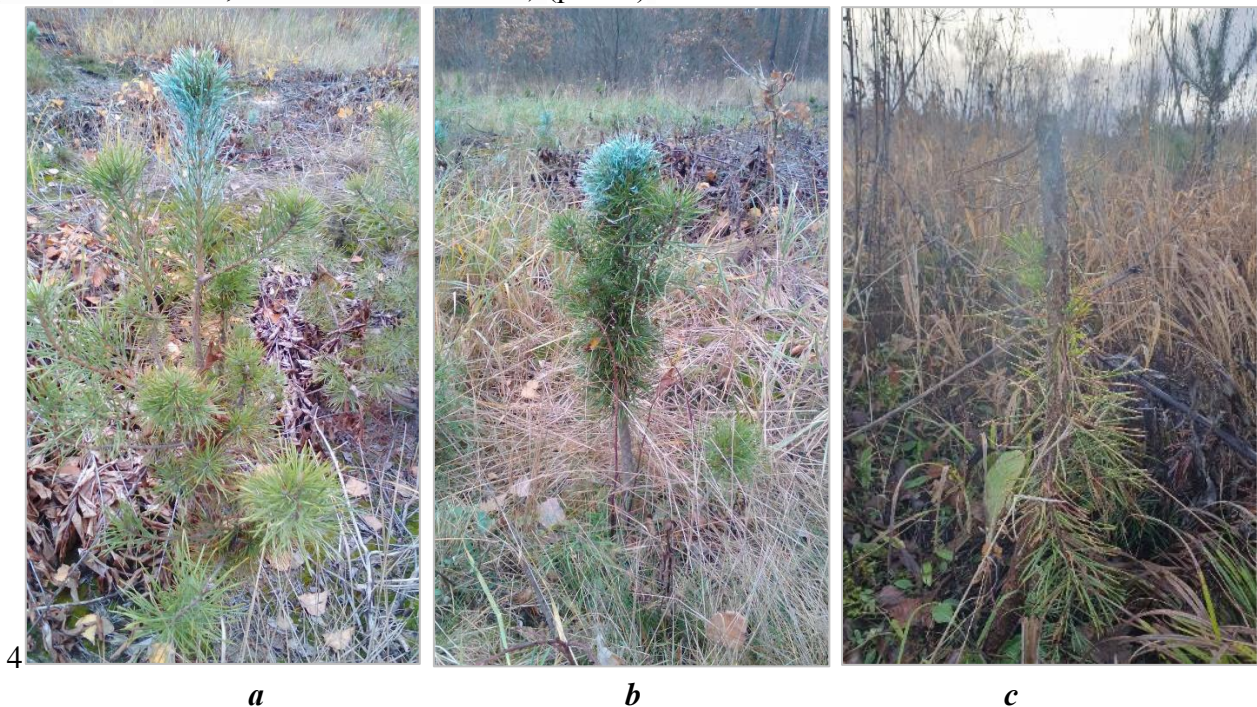


Рис. 1 – Рослини сосни з різною часткою пошкодження пагонів: *a* – до 50 %; *b* – ≥ 50 %; *c* – рослина, яка втратила спроможність до регенерації

Fig. 1 – Pine plants with different percentages of damaged shoots: *a* – up to 50 %; *b* – ≥ 50 %; *c* – plant without regeneration ability

Одержані дані обробляли методами математичної статистики за допомогою пакету програм MS Excel (Larach et al. 2001). Було розраховано частку пошкоджених рослин сосни з різним ступенем пошкодження від загальної їхньої кількості на кожній дослідній ділянці

для двох варіантів (1 – з обробленням, 2 – без оброблення). Для поліпшення властивостей даних та вирівнювання їхнього розподілу застосували арксинус-квадратний корінь трансформації часток пошкоджених рослин сосни від загальної їхньої кількості на ділянці відповідно до кожного критерію оцінювання. Після цього застосовували однофакторний дисперсійний аналіз для визначення значущої різниці між дослідними варіантами. Для всіх статистичних аналізів використано рівень значущості $\alpha = 0,05$.

Результати та обговорення. На ділянці № 1 після оброблення в листопаді пагонів сосни репелентом «Цервакол Екстра» годівля диких парнокопитних тварин тривала ще протягом двох місяців. Через місяць після оброблення частка рослин зі ступенем пошкодження до 50 % пагонів на варіанті «дослід» збільшилася на 6 %, на варіанті «контроль» на 5 % (рис. 2, *a*). Під час подальших обліків частка рослин зі ступенем пошкодження пагонів до 50 % зменшувалася у зв'язку зі збільшенням пошкоджуваності пагонів.

Частка рослин зі ступенем пошкодження пагонів $\geq 50\%$ у варіанті «дослід» протягом першого місяця збільшилася лише на 3,5 %, а на варіанті «контроль» залишилася без змін (рис. 2, *b*). Зазначимо, що через два місяці на контрольній ділянці частка таких рослин становила вже 100 %, тоді як на варіанті «дослід» цей показник не змінився. На час останнього обліку частка рослин, що втратили спроможність до регенерації, на варіанті «дослід» становила 17 %, а на варіанті «контроль» – 63 % (рис. 2, *c*). Інші дослідники зазначають, що знизити ступінь пошкодження парнокопитними рослин сосни шляхом застосування репелентів можливо до 5 % (Stutz et al. 2017, Lindmark et al. 2020).

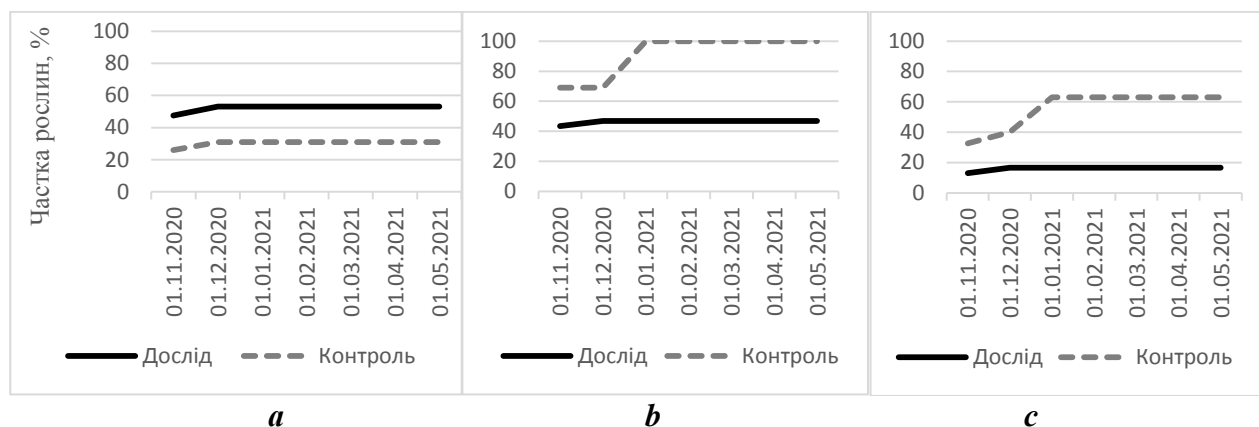


Рис. 2 – Динаміка пошкоджень рослин сосни звичайної на дослідній ділянці № 1 (Дослід – оброблення репелентом; Контроль – без оброблення): *a* – рослини, що мали до 50 % пошкоджених пагонів; *b* – рослини, що мали $\geq 50\%$ пошкоджених пагонів; *c* – рослини, що втратили спроможність регенерації
Fig. 2 – Dynamics of damage to Scots pine in field trial No 1 (Experimental – after treatment with repellent. Control – untreated): *a* – plants with up to 50 % damaged shoots; *b* – plants with $\geq 50\%$ damaged shoots; *c* – plants without regeneration ability

На ділянці № 2 через місяць після оброблення рослин репелентом пошкодження тваринами рослин не відбувалося – частка непошкоджених рослин на варіанті «дослід» залишилася без змін. Із часом частка непошкоджених рослин поступово зменшувалася і вже на момент останнього обліку становила 36 %. На варіанті «контроль», як порівняти з попереднім періодом обліку, частка непошкоджених рослин зменшилася на 2 % і становила 19 %. Під час останнього обліку на «контролі» не виявлено жодної рослини, не пошкодженої парнокопитними.

Частка рослин зі ступенем пошкодження пагонів до 50 % на варіанті «дослід» збільшувалася незначно і поступово: через місяць після оброблення – на 4 %, і далі – у середньому на 1 %. При цьому на варіанті «контроль» зменшення цього показника відбувалося стрімко: станом на перший місяць обліку – на 5 %, на другий – на 10 %, на третій – на 36 % (рис. 3, *a*). Під час останнього обліку на варіанті «контроль» таких

рослин не було виявлено зовсім, оскільки живлення парнокопитних призвело до пошкодження понад 50 % пагонів.

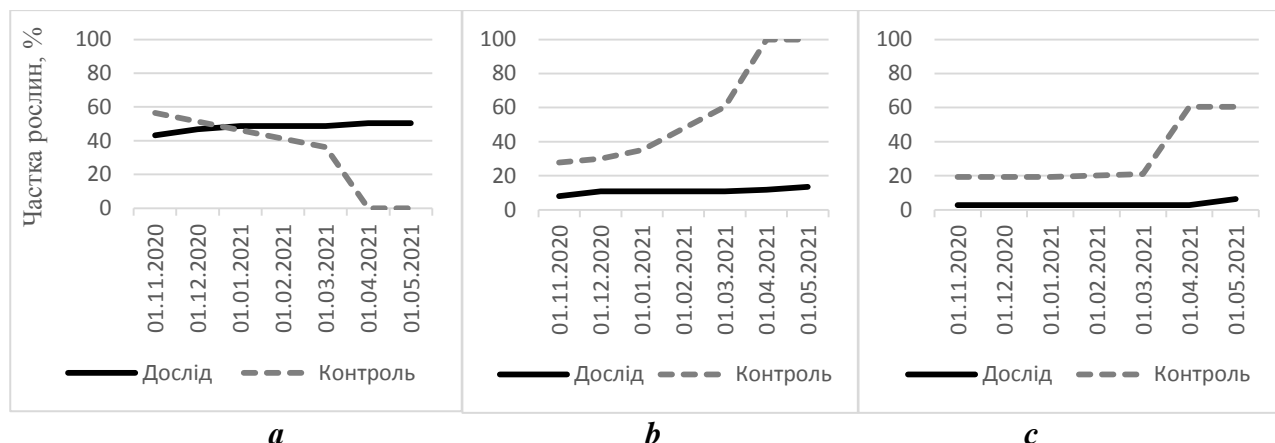


Рис. 3 – Динаміка пошкодження рослин сосни звичайної на дослідній ділянці № 2 (Дослід – оброблення репелентом; Контроль – без оброблення): а – рослини, що мали до 50 % пошкоджених пагонів; б – рослини, що мали ≥ 50 % пошкоджених пагонів; с – рослини, що втратили спроможність до регенерації

Fig. 3 – Dynamics of damage to Scots pine in field trial No 2 (Experimental – after treatment with repellent; Control – untreated): a – plants with up to 50 % damaged shoots; b – plants with ≥ 50 % damaged shoots; c – plants without regeneration ability

Частка рослин зі ступенем пошкодження пагонів ≥ 50 % на варіанті «дослід» після оброблення репелентом збільшилася незначною мірою: протягом першого місяця – на 3 %, протягом наступних двох не збільшувалася взагалі, в останній місяць обліку – лише на 2 %. На варіанті «контроль» збільшення цього показника відбувалося також стрімко: станом на перший місяць обліку – на 2 %, на другий – на 5 %, на третій – на 25 %, на четвертий – на 40 %. У квітні – травні на «контролі» 100 % рослин були пошкоджені на понад 50 % (рис. 3, b).

Рослини, що втратили спроможність до регенерації, на варіанті «дослід» почали виявляти лише через чотири місяці після оброблення репелентом. Водночас збільшення їхньої кількості не перевищило 4 %. На «контролі» у лютому – березні частка таких рослин збільшилася на 40 %. На час останнього обліку частка рослин, що втратили спроможність до регенерації, на варіанті «дослід» становила 6 %, а на варіанті «контроль» – 60 % (рис. 3, c).

Результати статистичного аналізу свідчать про наявність статистично значущих відмінностей між дослідною та контрольною групами щодо показників, пов'язаних із часткою пошкоджених тваринами пагонів і втратою рослинами спроможності до регенерації ($p < 0,05$). За іншими параметрами статистично значущих відмінностей між групами не виявлено (табл. 1). Це свідчить, що застосування репеленту «Цервакол Екстра» знижує інтенсивність пошкодження пагонів сосни парнокопитними, зокрема зменшує частку рослин, які втратили спроможність до регенерації.

Таким чином, зважаючи на те, що в регіоні чисельність диких парнокопитних тварин обмежує ефективність лісовідновлення, для захисту рослин сосни від пошкодження копитними доцільним є застосування репелентів. Про ефективність цього заходу свідчать також публікації дослідників з інших регіонів (Bergvall et al. 2013, Stutz et al. 2017, Lindmark et al. 2020).

Таблиця 1

Статистичні показники оцінювання значущості різниць показників впливу тварин на стан рослин сосни звичайної, оброблених і не оброблених репелентом

Table 1

Statistical parameters for evaluating the significance of differences in the impact of ungulates on the Scots pine plants treated and not treated with a repellent

Показник* Parameter*	SS	MS	$F_{\text{факт}}$ $F_{\text{факт}}$	p-значення p-value	$F_{0,05}$ $F_{0,05t}$
Частка непошкоджених рослин The proportion of undamaged trees	0,271	0,271	3,19	0,087	4,30
Загальна частка пошкоджених рослин Total proportion of damaged trees	0,278	0,278	3,27	0,084	4,30
Частка рослин з пошкодженням верхівковим пагоном The proportion of plants with damaged apical shoot	0,251	0,251	2,50	0,127	4,30
Частка рослин з пошкодженням верхівковим та бічними пагонами The proportion of plants with damaged apical and lateral shoots	0,616	0,615	1,87	0,184	4,30
Частка рослин з пошкодженнями до 50 % The proportion of plants with damage up to 50%	1,156	1,155	16,55	0,0005	4,30
Частка рослин з пошкодженням ≥ 50 % The proportion of plants with damage ≥ 50 %	2,363	2,363	19,65	0,0002	4,30
Частка рослин, які втратили можливість до регенерації The proportion of plants without regeneration ability	1,052	1,052	34,58	6,44E-06	4,30

*SS – сума квадратів, MS – середньоквадратичні значення.

*SS – Sum of Squares, MS – Mean Square.

Висновки. Дикі парнокопитні тварини, зокрема козуля європейська, лось звичайний, лань європейська та олень благородний, завдають суттєвої шкоди незімкненим культурам сосни в Київському Поліссі. Оброблення рослин сосни репелентом «Цервакол Екстра» наприкінці осені забезпечує захист цих культур від пошкодження копитними тваринами. Внаслідок використання репеленту «Цервакол Екстра» частка пошкоджених копитними рослин зменшилася і становила лише 6 %.

ПОСИЛАННЯ –REFERENCES

- Bergvall, U. A., Co, M., Bergström, R., Sjöberg, P. J. R., Waldeback, M., Turner, C. 2013. Anti-browsing effects of birch bark extract on fallow deer. *European Journal of Forest Research*, 132: 717–725. <https://doi.org/10.1007/s10342-013-0709-y>
- Bergvall, U. A. and Leimar, O. 2017. Directional associational plant defense from red deer (*Cervus elaphus*) foraging decisions. *Ecosphere*, 8: e01714-n/a. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1714>
- Bernacka, H., Świącicka, N., Naworska, N. 2015. Application of sheep wool in preventing damage caused by deer in young forest plantations. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*, 14(4): 5–14.
- Dūmiņš, K., Timma, S., Lazdiņa, D. 2021. Forest management practices in reduction of damage caused by pine weevil (*Hylobius abietis* L.) and *Cervidae* animals in newly planted Scots pine forests. EGU General Assembly 2021, online, 19–30 Apr 2021, EGU21-14555. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-14555>
- Ecological passport of Kyiv region. 2021. Kyiv, Regional State Administration, 216 p. (in Ukrainian).
- Faber, W. E. and Lavlund, S. 1999. Summer foraging on Scots pine *Pinus sylvestris* by moose *Alces alces* in Sweden – patterns and mechanisms. *Wildl. Biol.*, 5: 93–106.
- Felton, A. M., Wam, H. K., Stolter, C., Mathisen, K. M., Wallgren, M. 2018. The complexity of interacting nutritional drivers behind food selection, a review of northern cervids. *Ecosphere*, 9: 25. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2230>
- Fuchylo, Ya. D., Sbitna, M. V., Kaidyk, V. Yu., Riabukhin, O. Yu. 2012. Features of creation of Scots pine plantations in fresh subor conditions of Kyiv Polissya. *Scientific Bulletin of UNFU*, 22(13): 9–13 (in Ukrainian).
- Gill, R. M. A. 1992. A Review of Damage by Mammals in North Temperate Forests: 3. Impact on Trees and Forests. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 65(4): 363–388. <https://doi.org/10.1093/forestry/65.4.363-a>
- Honkanen, T., Haukioja, E., Suomela, J. 1994. Effects of simulated defoliation and debudding on needle and shoot growth in Scots pine (*Pinus sylvestris*): implications of plant source/sink relationships for plant-herbivore studies. *Functional Ecology*, 8(5): 631–639. <https://doi.org/10.2307/2389926>

Lapach, S. N., Chubenco, A. V., Babych, P. N. 2001. Statistical methods in biomedical research using Excel. Kyiv, Morion, 408 p. (in Russian).

Lindmark, M., Sunnerheim, K., Jonsson, B. G. 2020. Natural browsing repellent to protect Scots pine *Pinus sylvestris* from European moose *Alces alces*. *Forest Ecology and Management*, 474. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118347>

Long, Z. T., Pendergast, T. H., Carson, W. P. 2007. The impact of deer on relationships between tree growth and mortality in an oldgrowth beech-maple forest. *Forest Ecology and Management*, 252: 230–238. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.06.034>

Nilsson, U., Berglund, M., Bergquist, J., Holmström, H., Wallgren, M. 2016. Simulated effects of browsing on the production and economic values of Scots pine (*Pinus sylvestris*) stands. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 31(3): 279–285. <https://doi.org/10.1080/02827581.2015.1099728>

Ostapenko, B. F. and Tkach, V. P. 2002. Forest typology. Kharkiv, Pleyada, 204 p. (in Ukrainian).

Perea, R. and Gil, L. 2014. Tree regeneration under high levels of wild ungulates: The use of chemically vs. physically-defended shrubs. *Forest Ecology and Management*, 312: 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.10.022>

Shadura, M. V., Gulyk, I. T., Shadura, A. M. 2004. Damage of forest plantations by wild boar (*Sus scrofa* L.) and roe-deer (*Capreolus capreolus* L.) on Polissya of Ukraine. *Scientific Bulletin of UNFU*, 14(8): 426–433 (in Ukrainian).

Stutz, R. S., Croak, B. M., Leimar, O., Alm Bergvall, U. 2017. Borrowed plant defences: Deterring browsers using a forestry by-product. *Forest Ecology and Management*, 390: 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.01.013>

Stutz, R. S., Pedersen, S., Teräväinen, M., Kjellander, P., Leimar, O., Verschuur, L., Bergvall, U. A. 2019. Efficient application of a browsing repellent: Can associational effects within and between plants be exploited? *European Journal of Forest Research*, 138: 253–262. <https://doi.org/10.1007/s10342-019-01166-6>

Vehviläinen, H. and Koricheva, J. 2006. Moose and vole browsing patterns in experimentally assembled pure and mixed forest stands. *Ecography*, 29: 497–506. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2006.04457.x>

Velamazán, M., San Miguel, A., Escribano, R., Perea, R. 2017. Threatened woody flora as an ecological indicator of large herbivore introductions. *Biodiversity and Conservation*, 26: 917–930. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1279-3>

Wallgren, M., Bergström, R., Bergqvist, G., Olsson, M. 2013. Spatial distribution of browsing and tree damage by moose in young pine forests, with implications for the forest industry. *Forest Ecology and Management*, 305: 229–238. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.05.057>

Yevtushkevskiy, M. M. 2008. The influence of deer on forest plantations. *Bulletin of Zaporizhzhya National University. Biological sciences*, 2: 59–63 (in Ukrainian).

Yevtushkevskiy, M. M. and Piev, S. V. 2016. Protection of forest young plantations from damage by wild ungulates at the State Enterprise “Vovchansk Forestry” in Kharkiv Region. *Scientific Bulletin of UNFU*, 26(4): 64–71.

Khromulyak O. I.

PROTECTION OF YOUNG SCOTS PINE PLANTATIONS AGAINST BROWSING BY UNGULATES IN THE KYIV POLISSIA

Dnipro-Teteriv State Forest and Hunting Enterprise, Kyiv, Ukraine

In the Kyiv Polissia region, one of the challenges in forest restoration is the browsing of young Scots pine trees by wild ungulates. The effectiveness of the Cervacol Extra repellent for protecting young Scots pine forests in Kyiv Forest Research Station was evaluated. The research was carried out in two plots of 30 × 20 m. For each plant of the test treatment and control the following criteria were assessed: (i) damage to the leading shoot, (ii) damage to the leading shoot and lateral shoots, (iii) no damage. The proportion of damaged shoots of each plant – up to 50 % and ≥ 50 % – and the number of plants that lost the ability to regenerate, were determined. The use of the Cervacol Extra repellent helps to reduce the intensity of damage to pine shoots caused by ungulate browsing and the percentage of plants that have lost the regeneration ability ($p < 0.05$). In this way, the percentage of damaged plants due to ungulate browsing can be reduced to 6%.

Key words: *Pinus sylvestris* L., forest plantations, herbivorous vertebrates, plant protection.

E-mail: khromulyak.o.i@gmail.com

Одержано редколегією 06.11.2023

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Загальна інформація

Редколегія збірника «Лісівництво і агролісомеліорація» (Україна, 61024, Харків-24, Пушкінська, 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, Джерела фінансування, Посилання** (див. «Довідку для рецензента»).

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.

Обґрунтувати застосування тих чи інших методів статистичного аналізу з посиланням на сучасні літературні джерела, вказати використаний пакет програм для обчислення, критерії оцінювання значущості (вірогідності) результатів.

Текст розділу «**Результати**» викладають згідно із завданнями. Не дублюють методіку. 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.

«**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».

У розділі «Подяки» вказують 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».

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 відіграв певну роль у розробленні концепції, дизайні, зборі даних, аналізі, прийнятті рішення про публікацію або підготовці рукопису, про це має бути повідомлено.

Текст рукопису набирати у текстовому редакторі Word, подавати у форматі *.doc (*.docx). Стилі не застосовувати.

Текст статті набирати шрифтом Times New Roman 12 pt, між рядками одинарний інтервал, розмір паперу А4, 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;

Телефони та 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; телефони та 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:

Таблиця 4

Статистичні показники значення щільності забруднення лісових ґрунтів ¹³⁷Cs за різної кількості спостережень (2020 р.)

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 підпису 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 розрізнити 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 вміщувати 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. <https://doi.org/10.36930/40310104>. [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).

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: Університет

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 документа. 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: 05 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: <http://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).

Зразок 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.

Зразок розділу «Джерела фінансування» (Funding sources):

Джерела фінансування. Статтю підготовлено авторами в межах виконання тем досліджень УкрНДЦЛІГА (тема №), замовником яких було Державне агентство лісових ресурсів України, ...

Funding sources. The paper was prepared by the authors in the framework of a research plan of URIFFM (grants 0115U001201, 0115U001203), which was supported by the State Forest Resources Agency of Ukraine.

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, Key words**. Таке резюме у паперовому варіанті друкуватися не буде, але є обов'язковим для розміщення на веб-сторінці видання.

Сайт збірника «Лісівництво і агролісомеліорація»: <http://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. Key words.*

6. Ключові слова мають бути адекватні статті (до 5 слів чи словосполучень). Вони не повинні повторювати слова із назви статті.

7. У Вступі має бути наведено стан питання, вказано, 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 методика вже опубліковано, на них має бути посилання. Будь-які зміни в існуючих методиках також мають бути описані.

9. Результати. Чи результати дослідження вірно представлені? Чи коректно побудовані 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 вірно 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 і мови?

13. Список літератури. Чи задовільні кількість літературних джерел і доцільність посилань? Чи оформлений список літератури за абеткою та згідно із сучасними вимогами, чи на всі джерела списку є посилання у 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	
<i>Ткач В. П., Румянцев М. Г., Лук'янець В. А. Природне відновлення дубових насаджень Лівобережного Лісостепу після проведення в них лісовідновних рубок</i> <i>Tkach V. P., Rumiantsev M. H., Luk'yanets V. A. Natural regeneration of oak stands in the Left-Bank Forest-Steppe after regeneration felling</i>	3
<i>Приходько О. Б., Пастернак В. П. Хід росту штучних модальних соснових деревостанів Придонецького Степу та використання ними лісорослинного потенціалу</i> <i>Prihodko O. B., Pasternak V. P. Growth dynamics of artificial modal pine forest stands in Prydonetskiy Steppe and use of forest site capacity</i>	13
<i>Кічура А. В., Кічура В. П. Можливості формування різновікових насаджень у лісовому фонді Закарпатської області</i> <i>Kichura A. V., Kichura V. P. Possibilities for forming uneven-aged stands in the forest fund of the Zakarpattia region</i>	19
<i>Мусієнко С. І., Лук'янець В. А., Румянцев М. Г., Тарнопільська О. М., Кобець О. В., Бондаренко В. В. Стан соснових насаджень у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Полісся</i> <i>Musienko S. I., Luk'yanets V. A., Rumiantsev M. H., Tarnopilska O. M., Kobets O. V., Bondarenko V. V. Condition of pine stands in the recreational and health-improving forests in Left-Bank Polissia</i>	30
<i>Румянцев М. Г. Особливості наступного природного відновлення в дубових насадженнях Сумської області</i> <i>Rumiantsev M. H. Features of the further natural regeneration in the oak stands in Sumy region</i>	40
СЕЛЕКЦІЯ, ДЕНДРОЛОГІЯ	
<i>Zhadan I. B., Los S. A., Torosova L. O., Plotnikova O. M., Grygoryeva V. G. Application of GIS technologies for accounting plus trees</i> <i>Жадан І. Б., Лось С. А., Торосова Л. О., Плотнікова О. М., Григор'єва В. Г. Застосування ГІС-технологій для обліку плюсових дерев</i>	50
<i>Дишко В., Ошако Т., Боровик П. Комплексне оцінювання потомств клонових насінних плантацій сосни звичайної за ростовими характеристиками та ознаками стійкості в умовах Лісостепу Харківської області</i> <i>Dyshko V., Oszako T., Borowik P. Comprehensive assessment of Scots pine clone seed orchard progenies by growth characteristics and resistance traits in the Forest-Steppe zone of Kharkiv region</i>	61
<i>Терещенко Л. І. Відбір і збереження плюсових дерев сосни звичайної в умовах Чернігівського Полісся та лісостепової частини України</i> <i>Tereshchenko L. I. Selection and conservation of Scots pine plus trees in Chernihiv Polissia and forest-step part of Ukraine</i>	73
ЛІСОВІДТВОРЕННЯ, АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ, ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ	
<i>Румянцев М. Г., Даниленко О. М., Тарнопільський П. Б., Ющик В. С., Мостепанюк А. А. Особливості росту дуба звичайного в дослідних культурах, створених сіянцями із закритою кореневою системою, вирощеними із використанням різних видів добрив, у різні періоди вегетації у ДП «Харківська ЛНДС»</i> <i>Rumiantsev M. H., Danylenko O. M., Tarnopilskyi P. B., Yushchik V. S., Mostepaniuk A. A. 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</i>	85
ЗАХИСТ ЛІСУ	
<i>Vorobei A. D., Baturkin D. O., Davydenko K. V., Meshkova V. L. Evaluation of pheromone traps for bark beetles and their predators in pine forests in the Kharkiv region</i> <i>Воробей А. Д., Батуркін Д. О., Давиденко К. В., Мешкова В. Л. Оцінювання феромонних пасток для моніторингу короїдів та їхніх хижаків у соснових насадженнях Харківської області</i>	94
<i>Кузнецова О. А., Туренко В. П., Товстуха О. В., Давиденко К. В. Поширеність хвороб і шкідників дерев роду <i>Ulmus</i> у лісових смугах уздовж автошляху Київ – Харків</i> <i>Kuznetsova O. A., Turenko V. P., Tovstukha O. V., Davydenko K. V. Pest and disease incidence of <i>Ulmus</i> sp. in forest shelter belts along the Kyiv–Kharkiv highway</i>	102
<i>Усцький І. М., Корзун С. В., Солоха С. М., Жадан І. В. Динаміка та причини змін стану соснових насаджень Черкаської області за 1992–2021 рр.</i> <i>Ustskiy I. M., Korzun S. V., Solokha S. M., Zhadan I. V. Dynamics and causes of changes in the health condition of pine stands in Cherkasy region during 1992–2021</i>	112

ЕКОНОМІКА, МИСЛИВСТВОЗНАВСТВО	
<i>Хромуляк О. І. Захист незімкнених культур сосни звичайної від пограви дикими парнокопитними тваринами в Київському Поліссі</i> <i>Khromulyak O. I. Protection of young Scots pine plantations against browsing by ungulates in the Kyiv Polissia</i>	121
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ	128
ДОВІДКА РЕЦЕНЗЕНТА	134