

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 141



Харків – УкрНДІЛГА
2022

Головний редактор	д-р с.-г. наук, проф., член-кор. НАН і НААН України	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 № 12 від 27 грудня 2022 р.

Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків: УкрНДЦЛГА, 2022. – Вип. 141. – 139 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, 2022. – Iss. 141. – 139 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

ЛІСІВНИЦТВО

УДК 630.231

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.141.2022.3>**Ю. Р. БРОДОВИЧ¹, Р. І. БРОДОВИЧ², Ю. Д. КАЦУЛЯК², М. М. СІЩУК²**
ОСОБЛИВОСТІ ПРИРОДНОГО ЗАЛІСЕННЯ СУЦІЛЬНИХ ЗРУБІВ
В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ¹Мукачівський державний університет²Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П. С. Пастернака

Проаналізовано особливості природного заліснення свіжих зрубів у Карпатах на прикладі лісового фонду Закарпатського й Чернівецького обласних управлінь лісового та мисливського господарства. Оцінено кількісний і породний склад самосіву й підросту деревних порід на зрубках у контексті лісових формацій і переважних типів лісу. Виявлено недоліки під час проектування способу лісовідновлення та обґрунтовано пропозиції з підвищення його ефективності. Підкреслено необхідність уточнення окремих положень чинних нормативних вимог щодо оцінювання природного поновлення на зрубках, які проектують під природне заліснення. Зокрема це стосується вимоги щодо необхідності участі в складі самосіву та підросту всіх типоутворювальних деревних видів, а не лише головної породи, та заборони залишення під природне заліснення зрубів, які утворилися після розробки похідних хвойних деревостанів, уражених збудниками хвороб, пошкоджених комахами та вітром.

Ключові слова: свіжі зруби, природне відновлення, типоутворювальні породи, кількісний склад, видовий склад, поновлення.

Вступ. Сучасні завдання з удосконалення процесів відтворення лісових ресурсів України впливають із реального стану лісів держави і спрямовані на стале управління та забезпечення швидшого впровадження базових критеріїв і принципів невиснажливого та екологічно зорієнтованого лісівництва. Вони мають базуватися переважно на лісотипологічних принципах із урахуванням цільового призначення лісів, а також майже двохсотрічний регіональний досвід лісовідновлення й лісорозведення (Brodovych et al. 2022). Рациональне розв'язання проблеми вибору способу лісовідновлення має полягати не в протиставленні штучного лісовідновлення природному, а в пошуку оптимального варіанту, який би відповідав певним лісорослинним умовам. На цьому неодноразово наголошували у своїх працях відомі лісівники Карпат (Третяк, Молотков, Гаврусевич, Смаглюк, Каплуновський та ін.). Однак і нині це питання залишається актуальним. Незважаючи на те, що природне відновлення в лісах Карпат відбувається доволі успішно, через недосконалу технологію освоєння лісосічного фонду, значне зменшення площ корінних деревостанів (на 40–50 %) і неповне використання типологічного потенціалу (50–55 %) обійтися без створення часткових або суцільних культур неможливо (Parpan 1999, Gensiruk et al. 2004, Chernyavsky et al. 2006, Gavrusovich 2018).

Виникає питання – наскільки обґрунтованою є така зміна співвідношення методів лісовідновлення в Карпатах на користь природного. Адже лісовий покрив у регіоні змінився далеко не на краще, відсутнє суттєве удосконалення техніки й технології лісосічних робіт. Нині в рубку відводять деревостани далеко не корінного породного складу, часто уражені збудниками хвороб, пошкоджені комахами, охоплені вітровалами й буреломами, а це, зі свого боку, накладає значний відбиток на характер відновних процесів як під наметом, так і на зрубках. Без урахування цієї ситуації, особливо в гірських умовах, де процеси природного відновлення лісових порід також суттєво залежать від висоти над рівнем моря, типу лісорослинних умов і типу лісу, експозиції та стрімкості схилів, площі зрубку тощо, отримати очікуваний результат від природного заліснення доволі складно (Gavrusovich 2018).

Переваги природного відновлення лісу добре відомі – це забезпечення безперервного функціонування лісового біогеоценозу, зменшення термінів відновлення лісу, максимальне збереження місцевого генофонду деревних видів, можливість відтворення найстійкіших до несприятливих умов середовища насаджень у коротші терміни і з невеликими затратами (Debryniuk et al. 1994). Однак, як свідчить практика, застосування винятково природного

методу лісовідновлення не завжди є можливим. У багатьох випадках через різні об'єктивні та суб'єктивні причини його необхідно доповнювати штучним введенням порід, яких не вистачає, або ж створенням часткових лісових культур.

Розроблена свого часу нормативна база щодо регламентування процесів проектування природного лісовідновлення в гірських умовах Карпат потребує певних доповнень і уточнень. Зокрема це стосується можливості орієнтації на природне поновлення зрубів лише у тому випадку, якщо вони у певному віці достатньою мірою забезпечені насінним потомством усіх типоутворювальних порід, а не лише головною (Brodovych et al. 2006, Maurer et al. 2019).

Мета дослідження – оцінити рівень забезпечення самосівом і підростом свіжих суцільних зрубів, залишених під природне відновлення в Карпатах, з позицій лісової типології.

Матеріали й методи. Під час проведення досліджень проаналізовано відомчі дані (проекти природного відновлення на 2022 р.) восьми лісових господарств, 59 лісництв, 514 свіжих зрубів загальною площею понад 558 га Закарпатського ОУЛМГ та чотирьох підприємств, 48 лісництв, 356 ділянок загальною площею понад 762 га Чернівецького ОУЛМГ. У статті наведено результати досліджень за трьома, найбільш типовими для кожної області підприємствами з різноманітними лісорослинними умовами й практикою освоєння лісокультурного фонду.

Особливості досліджень полягали в порівнянні кількісного й породного складу самосіву та підросту, визначених із дотриманням вимог чинної «Інструкції з проектування, технічного приймання, обліку та оцінки якості лісокультурних об'єктів» (Instructions on design 2010) на кожному окремому зрубі. Для обґрунтування зроблених висновків щодо відповідності з позицій лісової типології використано також результати дослідів минулих років (Brodovych et al. 2006, 2012). Для статистичного опрацювання зібраних даних застосовували метод варіаційної статистики й пакет програм Microsoft Excel.

Результати та обговорення. У гірських лісах Українських Карпат унаслідок проведення різних видів рубок щорічно утворюються близько 8,5 тис. га зрубів, половина з яких – після проведення суцільних санітарних рубок, 40 % – після рубок головного користування і 10 % – після інших рубок (Gudyma 2018). Відтворення лісу на звільнених площах проєктують і здійснюють різними методами – шляхом створення лісових культур, залишення зрубів під природне відновлення або ж комбінуючи їх, спираючись на дані натурних обстежень кожної лісокультурної ділянки та місцевий досвід залісення різних категорій площ. Співвідношення цих методів в останні роки значно змінилося. Якщо до 2000-х років переважну більшість зрубів (70–80 %) відновлювали шляхом садіння (зрідка – висівання) суцільних і часткових лісових культур, то нині більшість із них залишають під природне залісення та лише на небагатьох ділянках проєктують штучне введення відсутніх порід.

Згідно з аналізом відомчих даних у 2022 р. на території лісового фонду Закарпатського ОУЛМГ переважна частина зрубів, залишених під природне залісення, зосереджені у двох лісових формаціях – букових і ялинових лісів. Перша з них характеризувалася порівняно багатими та багатими типами лісу – вологими ялиново-ялицевими суббучинами та бучинами, а також ялиновими бучинами (табл. 1).

Зруби у буковій формації лісів були наслідком проведення вимушених суцільно санітарних рубок ушкоджених деревостанів, що росли в доволі широкому діапазоні висот над рівнем моря (770–1 050 м).

За породним складом більшість материнських насаджень характеризувалися цілковитим домінуванням ялини європейської (*Picea abies* (L.) Karsten [*P. excelsa* Link]) та невеликою участю ялиці білої (*Abies alba* Mill.), бука лісового (*Fagus sylvatica* L.), ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.), клена-явора (*Acer pseudoplatanus* L.) та деяких інших видів дерев. Середньозважений породний склад зрубаних материнських насаджень в окремих типах лісу букової формації суттєво не різнився (див. табл. 1).

**Характеристика природного поновлення на свіжих зрубках,
залишених під природне заліснення в умовах Закарпаття (2022 р.)**

Вид рубки; висота над рівнем моря, м; індекс типу лісу	Середньозважений породний склад		Самосів та підріст, в середньому, тис. шт. · га ⁻¹				Походження
	материнського деревостану	самосіву та підросту на зрубі	Одно- річний	2–5-річний	Старший за п'ять років	Разом	
Формація букових лісів							
ССР; 770–1 050; С ₃ -ял-яцБк	7,6Ял 2,1Бк 0,3Яс + Яв, Яц	5,4-Бк 2,7-Ял 1,2-Яв 0,7-Яц + Яс	0,6 Бк – 0,4 Яц – 0,2	11,8 Бк – 6,4 Ял – 3,0 Яв – 1,5 Яц – 0,5 Яс – 0,4	0,89 Бк – 0,3 Ял – 0,4 Яц – 0,1	13,2 Бк – 7,1 Ял – 3,4 Яв – 1,5 Яц – 0,8 Яс – 0,4	Насінневе
ССР; 800–850; Д ₃ -ялБк	8,0Ял 2,0Бк + Яв, Яс, Б, Ос	4,0-Бк 4,0-Ял 1,0-Яв 1,0-Яс	–	8,8 Бк – 4,0 Ял – 4,0 Яв – 0,5 Яс – 0,3	–	8,8 Бк – 4,0 Ял – 4,0 Яв – 0,5 Яс – 0,3	Насінневе
ССР; 860–1 000; Д ₃ -ял-яцБк	5,4Ял 4,4Бк 0,1Яв 0,1Яс + Яц	5,0-Бк 3,0-Ял 0,9-Яв 0,8-Яс 0,3-Яц	–	10,4 Бк – 5,5 Ял – 3,7 Яв – 0,6 Яс – 0,4 Яц – 0,2	–	10,4 Бк – 5,5 Ял – 3,7 Яв – 0,6 Яс – 0,4 Яц – 0,2	Насінневе
Формація ялинових лісів							
РР; 740–990; С ₃ - Ял	10Ял	10-Ял	–	–	8,0 Ял – 8,0	8,0 Ял – 8,0	Насінневе
ССР; 630–720; С ₃ - Ял	8,0Ял 3,0Бк	8,5-Ял 1,5-Бк	–	9,0 Ял – 5,7 Бк – 3,3	–	9,0 Ял – 5,7 Бк – 3,3	Насінневе
РР; 700–750; С ₃ - бкЯл	10Ял	10Ял	–	–	9,0 Ял – 9,0	9,0 Ял – 9,0	Насінневе
ССР; 950–1 220; С ₃ -бк-яцЯл	8,9Ял 0,9Бк 0,1Яц 0,1Яв + Яс	7,7-Ял 1,4-Бк 0,5-Яц 0,3-Яв 0,1-Яс	0,1 Ял – 0,1	11,3 Ял – 8,7 Бк – 1,9 Яц – 0,4 Яв – 0,2 Яс – 0,1	0,3 Ял – 0,2 Яц – 0,1	11,6 Ял – 8,9 Бк – 1,9 Яц – 0,5 Яв – 0,2 Яс – 0,1	Насінневе

Примітка. ССР – суцільна санітарна рубка; РР – рубка рідколісся.

Різноманітне представництво в материнських деревостанах практично всіх головних типотворювальних порід (бука, ялиці та ялини) забезпечило їхню участь у складі самосіву та підросту, що сформувався ще під наметом деревостанів і зберігся на свіжих зрубках. Підріст презентований переважно рослинами 2–5-річного віку із середньою густрою 8,8–13,2 тис. шт. · га⁻¹.

Аналізуючи породний склад природного поновлення на зрубках, відзначено, що на більшості з них кількість ялиці є недостатньою. Її частка в складних субучинах і бучинах

становить 3–7 %. Очікувати на її подальше відновлення не доводиться. Водночас у складі самосіву та підросту доволі великою є частка ялини (3–4 тис. шт.·га⁻¹). Враховуючи незадовільний санітарний стан її дерев до рубки, треба звертати особливу увагу на це під час формування породного складу молодняків рубками догляду.

Чистобукова та грабово-букова субформації в гірських лісах Карпат презентовані на площі близько 280 тис. га, тобто охоплюють майже 50 % букової формації. Основна їхня частина зосереджена на Закарпатті. Поділянковий аналіз породного складу насаджень букової формації лісів Закарпатського ОУЛМГ свідчить, що бук лісовий тією чи іншою мірою бере участь у формуванні більшості насаджень букових типів лісу. Зокрема, в лісовому фонді обласного управління на 87,6 % площ він є головною породою.

Під наметом букових деревостанів самосів і підріст деревних видів концентрується, зазвичай, у краще освітлених місцях. У чистих букових деревостанах підріст презентований здебільшого маломірними екземплярами (заввишки до 0,5 м), вік яких не перевищує 10 років. Тут же в куртинах трапляються старші за віком і більші за розмірами рослини. Показник трапляння природного потомства бука в згаданих умовах становить 35–71 % за середньої густоти близько 12 тис. шт.·га⁻¹. Під наметом мішаних з іншими твердолистяними породами букових деревостанів у складі підросту домінує бук 3–5-річного віку зі значною участю цінних супутніх порід – клена-явора, липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.), черешні (*Prunus avium*) і граба звичайного (*Carpinus betulus* L.) (Brodovych 2016).

Загальну характеристику природного поновлення під наметом лісу та на однорічних зрубках чистих букових деревостанів наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Кількісний і породний склад самосіву та підросту деревних порід під наметом лісу (чисельник) і на однорічних зрубках (знаменник) чистих букових деревостанів у Закарпатті

Індекс типу лісу	Середня кількість самосіву та підросту, тис. екз.·га ⁻¹				цінних супутніх порід	всього	Трапляння, %	Клас якості поновлення згідно з нормативними вимогами
	бука лісового заввишки, м							
	до 0,5	0,6–1,5	більше за 1,5	разом				
C ₂ -Бк	2,7	3,0	1,2	6,9	1,7	8,6	54	II
	2,1	2,8	1,1	6,0	3,2	9,2	57	
C ₃ -Бк	10,0	6,5	2,5	19,0	10,0	29,0	69	I
	9,1	1,3	1,0	11,4	3,5	14,9	57	
D ₂ -Бк	9,4	2,4	3,0	14,8	5,0	19,8	60	I
	6,6	2,0	0,5	9,1	5,9	15,0	58	
D ₃ -Бк	7,3	3,0	1,1	11,4	1,4	12,8	51	II
	4,1	1,7	1,0	6,8	2,1	8,9	60	
Середнє	7,3	3,8	2,2	13,3	4,5	17,8	59	I
	5,4	2,0	0,9	8,3	3,7	12,0	58	

Зрубання деревостанів навіть у рекомендовану пору року із застосуванням кінного трелювання деревини все ж супроводжується значними (48–73 %) ушкодженнями самосіву та підросту (див. табл. 2). Наслідком їхнього нерівномірного трапляння (на рівні 57–60 %) є масова поява в прогалинах і «вікнах» малоцінних порід. Зазначене свідчить про необхідність об'єктивного оцінювання наявного самосіву й підросту на зрубках, які залишаються під природне залісення. Це повною мірою стосується не лише зрубів у чистих букових і грабово-букових типах лісу, але й у передгірських дубово-грабово-букових, площа яких у Закарпатті перевищує 12 тис. га. У багатьох випадках існує проблема забезпечення в складі природного поновлення достатньої участі дуба звичайного (*Quercus robur* L.) або дуба скельного (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). З метою формування корінного складу деревостанів згадані породи слід вводити штучним шляхом.

Дещо іншою є ситуація на зрубках, проєктованих під природне залісення в ялиновій формації лісів Закарпаття. У трьох типових лісогосподарських підприємствах середньо- та високогірної частини цієї формації (ДП «Верхньогірське ЛГ», ДП «Міжгірське ЛГ»

і ДП «Рахівське ЛГ») у 2022 р. під природне заліснення здебільшого залишено зруби, які виникли після розробки рідколісь і проведення суцільних санітарних рубок (див. табл. 1). У чистих і букових сураменях у рубку відводили чисті або з невеликою участю бука зріджені, всихаючі, ушкоджені хворобами, пошкоджені комахами та вітровальні деревостани. На їхніх зрубках у складі природного поновлення майже повсюдно домінує ялина європейська. У таких умовах можуть виникати осередки захворювань у відтворюваних молодняках. Найбільшу загрозу для ялинових деревостанів становить коренева губка, на поширення якої не впливають ані висота над рівнем моря, ні експозиція та стрімкість схилів.

Багаторічними дослідженнями УкрНДІгріліс запропоновано осередками захворювань кореневою губкою ялинових деревостанів вважати наявність на зрубі більше ніж п'яти відсотків уражених свіжозрубаних пнів. Значення цього показника необхідно визначати ще до початку проектування лісовідновних заходів, одночасно з виявленням рівня забезпечення зрубів самосівом і підростом, їхнього породного складу та характеру розміщення (Parpan et al. 2018).

Природне відновлення зрубів із наявністю осередків захворювань залишається складним питанням, особливо після рубки сильно уражених корінних і похідних хвойних насаджень (Brodovych et al. 2017). Тут на переважній частині площ у складі природного поновлення домінує найуразливіша до кореневої губки й опенька осіннього порода – ялина європейська. Як свідчить практика, вона вже до кінця першого класу віку повністю займає верхній ярус, де конкуренцію їй може становити лише береза повисла. Такі молодняки характеризуються оптимальними умовами для подальшого розвитку та поширення інфекційних захворювань, а тому вимагають своєчасного додаткового лісокультурного втручання. Водночас його проведення вже у віці переведення молодняків у вкриті лісовою рослинністю ділянки не завжди забезпечує необхідний результат.

Водночас залишення під природне заліснення ялинових зрубів із наявністю лише головної породи в кількості шість тисяч і більше на одиниці площі навіть у таких специфічних умовах не суперечить чинним нормативним вимогам. Тому, на нашу думку, існує необхідність внесення в «Правила відтворення лісів» (Forest Reproduction Guidelines 2007) та «Інструкцію з проектування, технічного приймання, обліку та оцінки якості лісокультурних об'єктів» (Instructions on design 2010) вимоги щодо заборони залишення під природне відновлення зрубів із наявністю осередків кореневої губки та опенька, якщо у складі підросту переважають хвойні породи, особливо ялина (Brodovych et al. 2006).

Дослідженнями виявлено, що навіть за порівняно невеликої частки ялиці й бука (на рівні 1–2 тис. шт.·га⁻¹) в початковому породному складі ялинових молодняків у складних типах лісу можливо шляхом своєчасного проведення рубок догляду сформувати корінний або близький до нього склад насадження, обмежуючи участь найуразливішої до захворювань ялини. З метою недопущення поширення осередків опенька осіннього рекомендується розпочинати вирубування швидкорослого ялинового підросту ще під материнським наметом лісу, створюючи при цьому оптимальні умови для росту пригніченої ялиці й інших бажаних, особливо листяних, порід. Лісосіки як хвойних, так і листяних насаджень із наявністю осередків захворювань слід розробляти в осінньо-зимовий період або рано навесні, коли небезпека розповсюдження інфекції є невеликою.

Висловлені вище міркування повною мірою стосуються проєктованих під природне заліснення зрубів ялинових формацій лісів Закарпаття (див. табл. 1). Окрім цього, важливо стосовно зрубів, які розташовані на вітроударних ділянках, чітко дотримуватися вимоги пункту 36 «Правил відтворення лісів» щодо обов'язкової участі у складі лісових культур деревних порід, що не піддаються вітровалам.

Аналіз відомчої документації свідчить, що нині на Буковині більшість лісокультурного фонду проєктують під природне заліснення. Це стосується переважно свіжих зрубів, що виникають після проведення останніх прийомів лісовідновних рубок, кінцевих прийомів

поступових рубок і частково суцільних санітарних рубок у різних типах лісу букової, ялицевої та ялинової формацій лісів (табл. 3).

Таблиця 3

Характеристика природного поновлення на свіжих зрубках, залишених під природне заліснення в Чернівецькому ОУЛМГ (2022 р.)

Вид рубки; індекс типу лісу	Кількість проаналізованих об'єктів	Середньозважений породний склад самосіву та підросту на зрубках	Середня кількість рослин, тис. шт./га			Походження
			самосіву	підросту заввишки 0,5 м і більше	разом	
Формація букових лісів						
ЛВР – з. п. ПР – к.п.з. С ₂ -гБк	5	6,6Бк 1,4Г 1,2Яв 0,8Д ₃ + Яс	1,2 Г – 1,2	10,6 Бк – 6,5 Г – 1,4 Яв – 1,5 Д ₃ – 1,0 Яс – 0,2	11,8 Бк – 1,5 Г – 2,6 Яв – 1,5 Д ₃ – 1,0 Яс – 0,2	Насінневе
Те ж; С ₃ -дгБк	2	6,5Яц 2,0Бк 1,5Ял	1,5 Бк – 1,5	12,2 Бк – 2,6 Яц – 6,8 Ял – 2,8	13,7 Бк – 4,1 Яц – 6,8 Ял – 2,8	Насінневе
Те ж; С ₃ -яцБк	13	6,4Бк 3,6Яц	1,4 Бк – 1,4	9,4 Бк – 6,8 Яц – 2,6	10,8 Бк – 8,2 Яц – 2,6	Насінневе
ССР; С ₃ -ял-яцБк	4	3,7Бк 3,3Ял 3,0Яц	–	9,0 Бк – 3,4 Ял – 3,0 Яц – 2,6	9,0 Бк – 3,4 Ял – 3,0 Яц – 2,6	Насінневе
ЛВР – з. п. ПР – к. п.; D ₂ – дгБк	30	8,7Бк 0,7Д ₃ 0,6Г + Яв, Кл, Чш, Б	0,5 Бк – 0,5	12,4 Бк – 10,4 Д ₃ – 0,6 Г – 0,5 Яв – 0,3 Кл – 0,2 Чш – 0,2 Б – 0,2	12,4 Бк – 10,9 Д ₃ – 0,6 Г – 0,5 Яв – 0,3 Кл – 0,2 Чш – 0,2 Б – 0,2	Насінневе
ЛВР – з. п. ПР – к. п.; D ₃ – дгБк	25	6,8Бк 1,3Яц 0,9Д ₃ 0,4Яв 0,3Кл 0,3Лп + Яс	0,8 Бк – 0,5 Яв – 0,3	12,8 Бк – 9,8 Яц – 1,0 Д ₃ – 0,8 Яв – 0,4 Кл – 0,3 Лп – 0,3 Яс – 0,2	13,6 Бк – 10,3 Яц – 1,0 Д ₃ – 0,8 Яв – 0,7 Кл – 0,3 Лп – 0,3 Яс – 0,2	Насінневе
ПР – к. п; D ₃ – яцБк	3	4,3Бк 5,7Яц	1,2 Бк – 0,8 Яц – 0,4	8,2 Бк – 3,9 Яц – 4,3	9,4 4,7 4,7	Насінневе
Те ж; D ₃ – г-яцБк	2	4,0Бк 5,0Яц 1,0Яв	1,6 Бк – 0,8 Яц – 0,6 Яв – 0,2	12,7 Бк – 5,1 Яц – 6,4 Яв – 1,2	14,3 Бк – 5,9 Яц – 7,0 Яв – 1,4	Насінневе
ЛВР – з. п. ПР – к. п.; D ₃ – ял-яцБк	8	7,1Бк 2,5Яц 0,4Ял	0,5 Яц – 0,5	8,7 Бк – 5,2 Яц – 2,9 Ял – 0,6	9,2 Бк – 5,2 Яц – 3,4 Ял – 0,6	Насінневе

Вид рубки; індекс типу лісу	Кількість проаналізованих об'єктів	Середньозважений породний склад самосіву та підросту на зрубках	Середня кількість рослин, тис. шт./га			Походження
			самосіву	підросту заввишки 0,5 м і більше	разом	
Формація ялицевих лісів						
ПР – к. п. С ₃ -дЯц	5	4,8Яц 5,0Бк 0,2Ял	1,3 Яц – 0,8 Бк – 0,5	9,5 Яц – 5,0 Бк – 4,1 Ял – 0,4	10,8 Яц – 5,8 Бк – 4,6 Ял – 0,4	Насінневе
ССР С ₃ -ялЯц	3	5,3Ял 4,7Яц	–	9,7 Ял – 5,2 Яц – 4,5	9,7 Ял – 5,2 Яц – 4,7	Насінневе
ЛВР – з. п. ПР – к. п. С ₃ -бк-ялЯц	58	4,7Яц 2,8Бк 1,6Ял 0,6Кл 0,3Г + Д ₃	0,8 Яц – 0,4 Ял – 0,4	10,9 Яц – 5,2 Ял – 1,1 Бк – 2,9 Кл – 1,0 Г – 0,5 Д ₃ – 0,2	11,7 Яц – 5,6 Ял – 1,5 Бк – 2,9 Кл – 1,0 Г – 0,5 Д ₃ – 0,2	Насінневе
ЛВР – з. п. ПР – к. п. Д ₃ -дЯц	16	6,3Бк 3,5Яц 0,2Кл + Д ₃	1,2 Бк – 0,8 Яц – 0,4	9,8 Бк – 6,2 Яц – 2,9 Кл – 0,5 Д ₃ – 0,2	11,0 Бк – 7,0 Яц – 3,3 Кл – 0,5 Д ₃ – 0,2	Насінневе
ЛВР – з. п. ПР – к. п. Д ₃ -бкЯц	14	4,8Яц 3,8Бк 0,9Яв 0,4Г 0,1 Д ₃	0,7 Бк – 0,3 Яц – 0,2 Г – 0,2	11,4 Бк – 5,6 Яц – 4,3 Г – 0,4 Яв – 0,9 Д ₃ – 0,2	12,1 5,9 4,5 Г – 0,6 Яв – 0,9 Д ₃ – 0,2	Насінневе
ЛВР – з. п., ПР – к. п. РГК Д ₃ -бк-ялЯц	76	5,0Яц 3,1Бк 1,7Ял 0,1Яв 0,1Яс + Кл, Д ₃	0,6 Бк – 0,3 Яц – 0,2 Яв – 0,1	10,8 Бк – 3,3 Яц – 4,0 Ял – 2,2 Яв – 0,5 Яс – 0,4 Кл – 0,2 Д ₃ – 0,2	11,4 Бк – 3,6 Яц – 4,2 Ял – 2,2 Яв – 0,6 Яс – 0,4 Кл – 0,2 Д ₃ – 0,2	Насінневе
Формація ялинових лісів						
ССР С ₃ -Ял	1	10Ял	–	4,2 Ял – 4,2	4,2 Ял – 4,2	Насінневе
ССР С ₃ -яцЯл	3	3,7Ял 6,3Яц	–	10,3 Ял – 3,8 Яц – 6,5	10,3 Ял – 3,8 Яц – 6,5	Насінневе
РГК С ₃ -яц- бкЯл	2	3,5Ял 4,0Яц 2,5Бк	–	9,3 Ял – 3,3 Яц – 3,7 Бк – 2,3	9,3 Ял – 3,3 Яц – 3,7 Бк – 2,3	Насінневе
РГК С ₃ -бк- яцЯл	18	1,5Ял 3,1Яц 5,4Бк	–	3,9 Ял – 0,9 Яц – 1,0 Бк – 2,0	3,9 Ял – 0,9 Яц – 1,0 Бк – 2,0	Насінневе

Примітки: ЛВР – з. п. – лісовідновна рубка, останній прийом.

ПР – к. п. – поступова рубка, кінцевий прийом.

ССР – суцільна санітарна рубка.

РГК – рубка головного користування

Зокрема, на 2022 рік у буковій формації залишено під самовідновлення 92 ділянки. Переважно це – свіжі й вологі грабові та дубово-грабові субучини і бучини. Породний склад самосіву й підросту в дубово-грабових бучинах на 68–87 % складається з бука лісового, а решта представлені дубом, грабом, явором, кленом, ясенем, липою та черешнею. Середня густина поновлення на цих зрубках є доволі високою (12,9–13,6 тис. шт.·га⁻¹), що повністю відповідає нормативним вимогам щодо головної породи – бука. Водночас участь другої типотворювальної породи – дуба звичайного – є явно недостатньою. Початкова його кількість у межах 600–800 шт.·га⁻¹ не дасть можливості сформувати в майбутньому деревостани корінного складу. Тому на багатьох зрубках передгірської частини підприємств Чернівецького ОУЛМГ існує необхідність доповнення природного поновлення частковими лісовими культурами в місцях відсутності самосіву та підросту. Оскільки на зрубках домінує підріст заввишки 0,5 м і більше, з цією метою краще використовувати великомірний садивний матеріал та завчасно планувати високоякісний агротехнічний догляд не лише за висадженим дубом, але й за іншими цінними деревними породами. В. М. Маурер з колегами (2019) висловлюють припущення, що з позицій екологічно-орієнтованого лісівництва початкова кількість природного поновлення дуба звичайного має становити 6–8 тис. шт.·га⁻¹.

У ялицевих субучинах і бучинах породний і кількісний склад природного поновлення на свіжих зрубках корінних і умовно корінних деревостанів зазвичай відповідає типологічним вимогам. Головні породи – бук та ялиця – представлені переважно дрібним і середнім за висотою підростом, доволі рівномірно розмішеним на площі ділянок.

У формації ялицевих лісів проаналізовано початковий склад природного поновлення на 172 свіжих зрубках, залишених під природне заліснення. Переважна їхня частина (78 %) – буково-ялинові яличини й суяличини. Оптимальні умови місцевиростання, наявність мішаних за складом порід материнських деревостанів, охоплених лісовідновними та поступовими рубками, забезпечують якісне природне поновлення на більшості зрубів. У його складі презентовані в достатній кількості всі типотворювальні породи – ялиця біла, ялина європейська та бук лісовий із участю інших цінних деревних видів (клена, явора, ясена і дуба звичайного). Середньозважена кількість рослин на одиниці площі становить 11,4–11,7 тис. шт.·га⁻¹, що повністю відповідає нормативним вимогам (Instructions on design 2010).

Деяка інша ситуація склалася на зрубках, що є дубовими суяличинами та яличинами. У складі поновлення тут домінують бук і ялиця, однак відсутній або наявний у невеликій кількості (200 шт.·га⁻¹) дуб звичайний, який є однією з типотворювальних порід. Така ситуація потребує орієнтації не на природний спосіб заліснення цих зрубів, а на комбінований.

На зрубках у букових яличинах породний і кількісний склад самосіву та підросту є доволі різноманітним. Крім головних порід тут презентовані такі цінні породи, як явір, дуб і граб. Таке забезпечення природним насінним поновленням ділянок дає можливість відтворення високопродуктивного лісу без значних витрат.

У ялинових яличинах зруби також достатньою мірою забезпечені самосівом і підростом деревних порід. Водночас після проведення суцільних санітарних рубок похідних деревостанів у їхньому складі домінує ялина. Її інтенсивний ріст, особливо в перші роки, а також значна ймовірність повторного виникнення осередків захворювань, вимагатимуть надалі своєчасного проведення рубок догляду з метою формування насаджень бажаного породного складу.

У ялиновій формації лісів Буковини здебільшого показники рівнів забезпечення природним поновленням свіжих зрубів мало відрізняються від умов Закарпаття. Необхідно лише зазначити наявність не завжди обґрунтованої практики залишення під природне заліснення ділянок з порівняно невеликою кількістю самосіву та підросту головних порід (близько 4 тис. шт.·га⁻¹).

Проте досвід місцевих лісівників підтверджує потенційну можливість їхньої додаткової появи вже в перші кілька років завдяки наявності сусідніх деревостанів. Іншою особливістю аналізованих зрубів корінних деревостанів у ялицево-букових сураменях є їхнє значне забезпечення поновленням ялиці та бука, середня кількість яких на одиниці площі навіть перевищує кількість головної породи – ялини європейської (див. табл. 3).

Висновки. Останнім часом співвідношення методів лісовідновлення свіжих зрубів у Карпатах змінилося на користь їхнього природного залісення. Така зміна потребує достатнього обґрунтування, оскільки без урахування особливостей забезпечення кожного зрубу самосівом і підростом усіх типоутворювальних порід неможливо буде відтворити у майбутньому бажаний склад деревостану.

Основні недоліки у проектуванні природного методу залісення зрубів у лісовому фонді Закарпатського ОУЛМГ виявлені в буковій і ялиновій формаціях лісів після рубки похідних деревостанів. Зокрема, зруби в умовах ялиново-ялицевих субучин і бучин характеризуються недостатньою кількістю природного поновлення ялиці білої, а в дубово-грабово-букових – дубів звичайного або скельного.

У ялиновій формації лісів Закарпаття значна частина зрубів виникла після розробки уражених хворобами, пошкоджених комахами та вітром похідних хвойних деревостанів. У складі природного поновлення на них здебільшого домінує ялина європейська. Це загрожує повторному виникненню в молодняках осередків кореневої губки та опенька осіннього. Тому залишення під природне залісення зрубів лише з наявністю однієї головної породи, навіть у великій кількості, з лісівничих позицій є не виправданим. Водночас це суттєво збільшує загрозу виникнення в майбутньому вітровалів і буреломів, особливо у високогірній частині Карпат на вітроударних схилах.

У лісовому фонді Чернівецького ОУЛМГ на зрубках у свіжих і вологих грабових та дубово-грабових субучинах і бучинах у багатьох випадках обліковано невелику кількість другої типоутворювальної породи – дуба звичайного (600–800 шт.га⁻¹). Таку ситуацію виявлено й на зрубках у дубових суяличинах і яличинах. У таких випадках потрібно збільшити обсяги комбінованого лісовідновлення, яке має забезпечувати достатню участь у складі молодняків усіх типоутворювальних порід, а не лише головної.

Таким чином, необхідне уточнення чинних нормативних вимог, викладених в «Інструкції з проектування, технічного приймання, обліку та оцінки якості лісокультурних об'єктів» (2010), щодо оцінювання природного поновлення на зрубках, які проектують під природне залісення в Карпатах.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Brodovych, R. I. 2012. Optimal systems, methods and ways of reforestation in the context of forest formations in the Ukrainian Carpathians. In: Scientific Foundations of Balanced Forest Management in the Carpathian Region. Collection of Recommendations. Ivano-Frankivsk, UkrRIMF, p. 93–231 (in Ukrainian).

Brodovych, Yu. R. 2016. The current state and ways of improving the restoration processes of beech mountain forests of the Ukrainian Carpathians. Extended abstract of PhD thesis. Ivano-Frankivsk, 21 p. (in Ukrainian).

Brodovych, R. I. 2017. Recommendations for reproduction of sustainable stands in windy, disease-affected areas and in recreational and health forests of the Carpathians. Ivano-Frankivsk, UkrRIMF, 43 p. (in Ukrainian).

Brodovych, R. I., Gavrusyevych, A. M., Olynyk, V. S. 2006. Improvement of regulatory requirements regarding natural and artificial reforestation in the Carpathians. *Forestry and Forest Melioration*, 109: 41–44 (in Ukrainian).

Brodovych, R. I., Katsulyak, Yu. D., Yatsik, R. M., Golubchak, O. I., Hayda, Yu. I., Sishchuk, M. M., Yunyk, T. R., Brodovych, Yu. R., Fennykh, V. S., Herbut, F. F., Gudyma, V. D., Sishchuk, N. M., Gudyma, V. M., Shtogrin, A. S. 2022. Targeted reforestation in the Ukrainian Carpathians. Ivano-Frankivsk, Prosvita LLC, 249 p. (in Ukrainian).

Chernyavskiy, M. V., Krynytskyi, G. T., Parpan V. I. 2006. Forestry close to nature in the Ukrainian Carpathians. Lviv, Pyramid, 88 p. (in Ukrainian).

Debryniuk, Yu. M., Osmola, M. H., Myakush, I. I., Melnyk, O. S. 1994. Afforestation in the western region of Ukraine. Lviv, World, 408 p. (in Ukrainian).

Forest Reproduction Guidelines. 2007. Approved by the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated March 1, 2007 No. 303. Kyiv, 5 p. (in Ukrainian).

Gavrusevych, A. M. 2018. Scientific support of UkrRIMF processes of reproduction of forest resources of the Ukrainian Carpathians and adjacent territories. In: The Main Problems and Trends of the Further Development of Forestry in the Ukrainian Carpathians. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Ivano-Frankivsk, p. 38–47 (in Ukrainian).

Gensiruk, S. A. and Maksimets, O. V. 2004. Anthropogenic changes in the forests of the Ukrainian Carpathians and their consequences. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 3: 17–21.

Gudyma, V. D. 2018. Forest use in the mountain forests of the Ukrainian. In: Actual problems of Forestry and Horticulture. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Uman, p. 65–66 (in Ukrainian).

Instructions on Design, Technical Acceptance, Accounting and Quality Assessment of Silviculture Objects. 2010. Approved by order of the State Forestry Committee of Ukraine dated August 19, 2010 No. 260. Kyiv, 73 p. (in Ukrainian).

Maurer, V. M., Pinchuk, A. P., Kosenko, Yu. I. 2019. Reforestation and forest improvement in Ukraine: origins, current state, current challenges and prospects in the conditions of the Anthropocene. Kyiv, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, p. 45–67.

Parpan, V. I. 1999. Ecological and economic principles of mountain forestry. Bulletin of the Dnipropetrovsk State Agrarian University. Dnipropetrovsk, p. 129–32 (in Ukrainian).

Parpan, V. I. 2018. Recommendations for forest management in native fir groves of the Ukrainian Carpathians. Ivano-Frankivsk, NAIR, p. 203–235 (in Ukrainian).

Brodovych Yu. R.¹, Brodovych R. I.², Katsulyak Yu. D.², Sishchuk M. M.²

FEATURES OF NATURAL REFORESTATION OF CLEAR-CUTS IN THE UKRAINIAN CARPATHIANS

¹*Mukachevo State University*

²*Ukrainian Research Institute of Mountain Forestry named after P. S. Pasternak*

The article analyses the features of natural reforestation of fresh clear-cuts in the Carpathians. The study was carried out within the forest funds of the Transcarpathian and Chernivtsi regional forestry administrations. We assessed the quantitative and species composition of self-seeding and undergrowth of tree species on clear-cuts in the context of forest formations and prevailing forest types. A number of shortcomings occurring when developing this reforestation method were revealed, and so substantiated proposals were made to enhance its effectiveness. The article emphasized the need to clarify some current regulatory requirements regarding the assessment of natural regeneration on cut areas designed for natural reforestation. In particular, this concerns the requirement for the presence of all type-forming tree species in self-seeding and undergrowth, not only the main ones, and the prohibition on leaving under natural reforestation the cut areas after the secondary conifer stands affected by diseases, pests, and windstorms.

Key words: fresh clear-cuts, natural regeneration, type-forming species, quantitative composition, species composition, renewal.

E-mail: dlh.mukachevo@gmail.com; maryanasishuk@gmail.com

Одержано редколегією 16.11.2022



**С. І. МУСІЄНКО¹, О. М. ТАРНОПІЛЬСЬКА¹, В. В. БОНДАРЕНКО¹,
В. А. ЛУК'ЯНЕЦЬ¹, О. В. КОБЕЦЬ¹, Т. Д. КОСТЯШКІНА²**

ЛАНДШАФТНО-РЕКРЕАЦІЙНА ОЦІНКА РЕКРЕАЦІЙНО-ОЗДОРОВЧИХ ЛІСІВ ЛІВОБЕРЕЖНОЇ УКРАЇНИ

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

²Державне підприємство «Харківська державна лісовпорядна експедиція»

На основі аналізу повидільної таксаційної бази даних «Лісовий фонд» ВО «Укрдержліспроект», матеріалів лісовпорядкування та з урахуванням природних особливостей місцевості й цільового призначення лісових насаджень здійснено ландшафтно-рекреаційне оцінювання рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України. Виявлено, що вони характеризуються порівняно невисоким ступенем рекреаційного навантаження. В рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережної України переважає закритий тип ландшафту, частка площі якого становить 85,1 %. За естетичною оцінкою переважає більшість таких лісів належать до другого та третього класів, середній клас становить 2,5 бала. Невисока естетична оцінка рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України пов'язана з переважанням чистих за складом деревостанів, а також таких, що сформовані з аборигенних деревних видів. Покращити естетичну оцінку насаджень можливо шляхом введення рідкісних або інтродукованих видів, які б підвищували контрастність пейзажів.

Ключові слова: функціональне зонування, типи ландшафту, пішохідна доступність, стійкість до рекреаційних навантажень, стадія рекреаційної дигресії.

Вступ. Рекреаційно-оздоровчі ліси мають особливу цінність. Вони 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). Ресурс цих лісів є недостатньо вивченим, що обмежує його ефективне використання. Тому актуальним завданням є визначення екологічного та соціального потенціалу цієї категорії лісів, а також створення передумов для вільного розвитку підприємництва, заснованого на повноцінному використанні лісових ресурсів із рекреаційною метою. Це дасть змогу покращити умови для оздоровчого, освітнього та культурного розвитку населення, забезпечити комплексне використання лісових ресурсів і підвищити прибутки лісової галузі.

Для вирішення проблем природокористування в рекреаційно-оздоровчих лісах необхідні наукові прогнози щодо можливих наслідків господарської діяльності, розроблення заходів щодо запобігання й усунення негативного антропогенного впливу на лісові екосистеми, вдосконалення методів їхньої охорони та раціонального використання. Так, для розв'язання зазначених проблем науковцями лабораторії екології лісу УкрНДІЛГА на основі досліджень сучасного стану лісів зелених зон, впливу на них різних негативних антропогенних чинників й оцінювання здатності лісових екосистем виконувати екологічні функції визначено системи індикаторів процесів деградації лісових насаджень за стадіями рекреаційної дигресії в різних природних зонах, уточнено нормативи гранично допустимих антропогенних навантажень на лісові екосистеми, узагальнено результати досліджень із добору асортименту деревних і чагарникових порід для зелених зон промислових міст і населених пунктів (Monitoring and increasing, 2011). Результати цих досліджень втілено в рекомендаціях щодо комплексного оцінювання стійкості рекреаційно-оздоровчих лісів, організації їхнього моніторингу й оптимізації рекреаційного лісокористування, а також організації та ведення господарства в лісах зелених зон населених пунктів України, покращення їхнього стану та посилення екологічних функцій. Ці рекомендації є основою для впровадження принципів екологічного планування лісогосподарської діяльності та сприяння збереженню та відновленню лісових екосистем в умовах антропогенного впливу (Monitoring and increasing, 2011). Водночас їх треба ширше впроваджувати в практику для прийняття управлінських рішень щодо підсилення функцій рекреаційно-оздоровчих лісів на основі узагальнення їхніх оцінок.

Мета роботи – на основі даних лісовпорядкування визначити особливості рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України, що перебувають у постійному користуванні підприємств Держлісагентства України, та здійснити їхнє ландшафтно-рекреаційне оцінювання.

Матеріали й методи. Ландшафтно-рекреаційне оцінювання рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України, що перебувають у постійному користуванні державних підприємств лісового господарства, підпорядкованих Державному агентству лісових ресурсів України, проведено за матеріалами бази даних «Лісовий фонд» ВО «Укрдержлісprojekt» (станом на 2017 р.) і матеріалами лісовпорядкування (таксаційного опису насаджень) з урахуванням природних особливостей місцевості та цільового призначення лісів (Svyrydenko et al. 2005, Instructions 2006, Forest manager's handbook 2016).

Дослідженнями охоплено лісовий фонд 84 державних підприємств лісового господарства в межах 11 адміністративних областей – Дніпропетровської, Донецької, Запорізької, Київської (лівобережна частина області), Луганської, Полтавської, Сумської, Харківської, Херсонської, Черкаської та Чернігівської. Територіально Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Луганська, південні частини Харківської та Херсонська область належать до Лівобережного Степу; Полтавська, південні частини Київської, Сумської та Чернігівської областей, північна частина Харківської, а також східна частина Черкаської області – до Лівобережного Лісостепу; північні частини Київської, Сумської та Чернігівської областей – до Лівобережного Полісся.

За матеріалами лісовпорядкування, виходячи із природних особливостей місцевості й цільового призначення рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України та з метою надання ландшафтно-рекреаційної оцінки стану лісів здійснено функціональне зонування території з виділенням зон масового відпочинку, інтенсивної й екстенсивної рекреації.

Результати та обговорення. У країнах Європи та Північної Америки за два останні десятиліття проведено чимало досліджень, пов'язаних із вивченням рекреаційно-оздоровчих послуг лісів (Alberti et al. 2003, Nielsen et al. 2007, Haunders et al. 2017, Sanchez-Badini & Innes 2019). Численні наукові праці присвячені вивченню функцій лісів (зокрема, рекреаційних) (Gundersen & Frivold 2008, Edwards et al. 2012, Giergiczny et al. 2015, Filyushkina et al. 2017). В Україні подібні дослідження є порівняно новими, а соціокультурні послуги лісів, за результатами опитування, суспільство розуміє й сприймає доволі абстраговано (Pelyukh & Zahvoyska, 2017, Melnykovych et al. 2018).

У складі насаджень рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України лісовпорядкуванням визначено 92 породи, зокрема нелісоутворювальні породи та навіть чагарники. Найбільшу площу займають насадження сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) – 40,7 % від площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок. Серед них переважають чисті за складом деревостани (60,2 %). Друге місце посідають насадження дуба звичайного (*Quercus robur* L.) – 38,8 % (чистих серед них 19,2 %), далі йдуть насадження за переважанням робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia* L.) – 3,8 % (чистих – 4,1 %), вільхи чорної (*Alnus glutinosa* L.) – 2,9 % (чистих – 3,1 %), ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.) – 2,8 % (чистих – 0,3 %) та берези повислої (*Betula pendula* Roth.) – 2,6 % (чистих – 1,6 %), решта порід займають значно меншу площу (рис. 1, 2). У рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережної України переважають чисті насадження сосни звичайної (рис. 2).

У зоні інтенсивної рекреації влаштовані комплекси рекреаційних споруд із урахуванням природних особливостей. У зоні екстенсивної рекреації переважно обладнують місця для ночівлі, створюють прогулянкові, екскурсійні та туристичні маршрути, майданчики для відпочинку та огляду місцевості тощо (Ranchenko et al. 1993).

Рекреаційно-оздоровчі ліси Лівобережної України характеризуються порівняно невисоким ступенем рекреаційного навантаження, оскільки зони масового відпочинку й інтенсивної рекреації становлять 54 425,0 (21,4 %) та 17 294,0 га (6,8 %) відповідно. Зона екстенсивної рекреації становить 182 844,1 га (71,8 %). Аналогічне співвідношення площ функціональних зон мають рекреаційно-оздоровчі ліси і в окремих природних зонах (табл. 1).

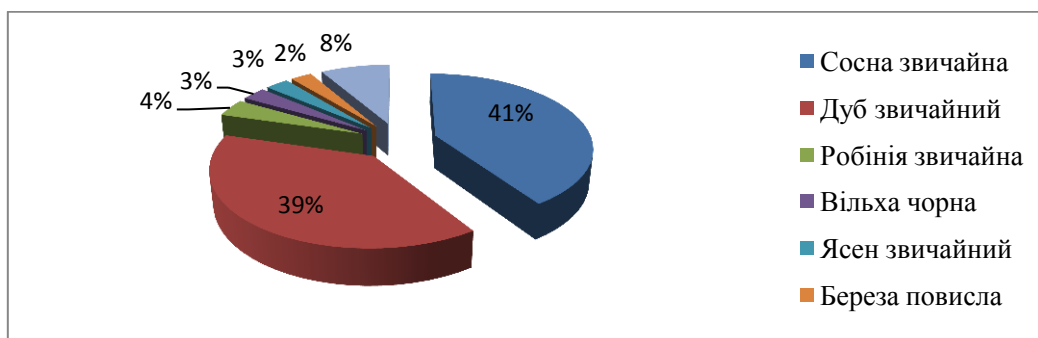


Рис. 1 – Розподіл площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України за панівними породами

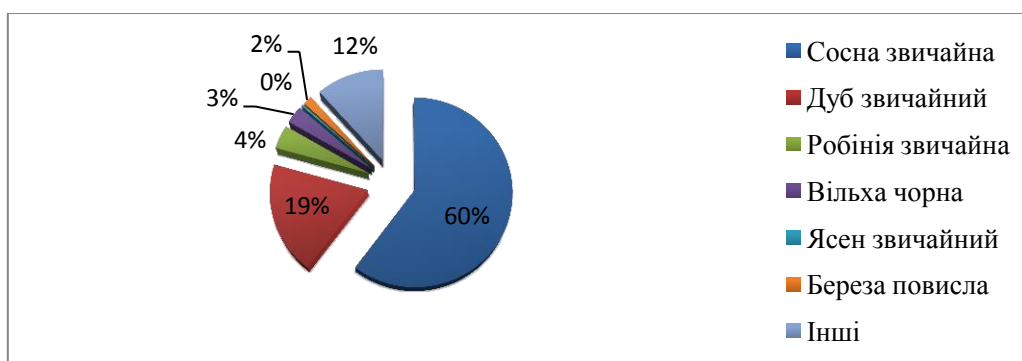


Рис. 2 – Розподіл площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України за часткою чистих насаджень у складі насаджень панівних порід

Таблиця 1

Розподіл загальної площі рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України за функціональними зонами в природних зонах

Функціональна зона	Природна зона	Площа, га
Зона масового відпочинку	Лівобережне Полісся	3 845,0
	Лівобережний Лісостеп	17 301,9
	Лівобережний Степ	33 278,1
	Разом	54 425,0
Зона інтенсивної рекреації	Лівобережне Полісся	1 300,9
	Лівобережний Лісостеп	8 372,3
	Лівобережний Степ	7 620,8
	Разом	17 294,0
Зона екстенсивної рекреації	Лівобережне Полісся	18 107,4
	Лівобережний Лісостеп	84 990,0
	Лівобережний Степ	79 746,7
	Разом	182 844,1
Загалом		254 563,1

Фактична ландшафтна структура рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України загалом і в природних зонах відрізняється від оптимальної. За оптимального розподілу на закритий тип ландшафту має припадати 70 %, на напіввідкритий – 20 %, на відкритий – 10 % (Instructions 2006, Forest manager’s handbook 2016). Виявлено, що в рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережної України переважає закритий ландшафт, частка площі якого становить 85,1 %. Частки напіввідкритого та відкритого ландшафтів становлять 8,2 та 6,7 % відповідно. Подібним є розподіл за типом ландшафту рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України і окремих природних зон (табл. 2). Для досягнення оптимального розподілу типів ландшафтів лісогосподарські заходи мають бути спрямовані на формування відкритих і напіввідкритих просторів шляхом проведення ландшафтних рубок, зокрема, ландшафтних рубок регулювання співвідношення різних типів ландшафтів.

**Розподіл площі рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України
за типами ландшафту в окремих природних зонах, га**

Разом	Зокрема за типами ландшафту									
	Закритий			Напіввідкритий			Відкритий			
	1А	1Б	Разом	2А	2Б	Разом	3А	3Б	3В	Разом
Лівобережне Полісся										
Зона масового відпочинку										
3 845,0	3 422,1	19,2	3 441,3	284,5	23,1	307,6	1,1	11,5	83,5	96,1
Зона інтенсивної рекреації										
1 300,9	778,6	12,3	790,9	293,4	7,1	300,5	0,9	5,3	203,3	209,5
Зона екстенсивної рекреації										
18 107,4	13 490,0	17,1	13 507,1	887,3	3 078,3	3 965,6	1,0	271,6	362,1	634,7
Інші ділянки рекреаційно-оздоровчих лісів										
49,0	7,0	7,5	14,5	7,4	6,7	14,1	5,6	6,5	8,3	20,4
Разом										
23 302,3	17 697,7	56,1	17 753,8	1 472,6	3 115,2	4 587,8	8,6	294,9	657,2	960,7
Крім того, земельні ділянки, для яких тип ландшафту не визначається										
1 053,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Лівобережний Лісостеп										
Зона масового відпочинку										
17 301,9	13 804,2	67,5	13 871,7	830,6	161,9	992,5	15,5	809,9	1 612,3	2 437,7
Зона інтенсивної рекреації										
8 372,3	7 233,7	209,3	7 443,0	418,6	25,1	443,7	5,3	226,1	254,2	485,6
Зона екстенсивної рекреації										
84 990,0	73 516,4	3 994,5	77 510,9	2 974,7	425,0	3 399,7	56,3	1 983,5	2 039,8	4 079,6
Інші ділянки рекреаційно-оздоровчих лісів										
48,8	4,0	4,3	8,3	3,7	6,8	10,5	4,4	5,0	20,6	30,0
Разом										
110 713,0	94 558,3	4 275,6	98 833,9	4 227,6	618,8	4 846,4	81,5	3 024,5	3 926,9	7 032,9
Крім того, земельні ділянки, для яких тип ландшафту не визначається										
3 136,8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Лівобережний Степ										
Зона масового відпочинку										
33 278,1	23 993,6	2 828,6	26 822,2	2 595,7	931,8	3 527,5	6,1	559,6	2 362,7	2 928,4
Зона інтенсивної рекреації										
7 620,8	5 487,0	647,8	6 134,8	594,4	213,4	807,8	7,6	129,5	541,1	678,2
Зона екстенсивної рекреації										
79 746,7	60 846,7	6 300,0	67 146,7	5 662,0	1 355,7	7 017,7	79,7	398,7	5 024,0	5 502,4
Інші ділянки рекреаційно-оздоровчих лісів										
48,3	2,0	1,8	3,8	2,5	4,3	6,8	1,3	4,7	31,7	37,7
Разом										
120 693,9	90 329,3	9 778,2	100 107,5	8 854,6	2 505,2	11 359,8	94,7	1 092,5	7 959,5	9 146,7
Крім того, земельні ділянки, для яких тип ландшафту не визначається										
12 716,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Лівобережна Україна										
Зона масового відпочинку										
54 425,0	41 219,9	2 915,3	44 135,2	3 710,8	1 116,8	4 827,6	22,7	1 381,0	4 058,5	5 462,2
Зона інтенсивної рекреації										
17 294,0	13 499,3	869,4	14 368,7	1 306,4	245,6	1 552,0	13,8	360,9	998,6	1 373,3
Зона екстенсивної рекреації										
182 844,1	147 853,1	10 311,6	158 164,7	9 524,0	4 859,0	14 383,0	137,0	2 653,8	7 425,9	10 216,7
Інші ділянки рекреаційно-оздоровчих лісів										
146,1	13,0	13,6	26,6	13,6	17,8	31,4	11,3	16,2	60,6	88,1
Разом										
254 709,2	202 585,3	14 109,9	216 695,2	14 554,8	6 239,2	20 794,0	184,8	4 411,9	12 543,6	17 140,3
Крім того, земельні ділянки, для яких тип ландшафту не визначається										
16 905,8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

За естетичною оцінкою переважна більшість рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України загалом (75,0 %) та у межах природних зон зокрема (Лівобережне Полісся – 86,9 %; Лівобережний Лісостеп – 76,2 %; Лівобережний Степ – 71,5 %) належать до другого та третього класів. Середній клас естетичної оцінки цих лісів є доволі низьким як для Лівобережної України загалом (2,5 бала), так і за природними зонами: Лівобережне Полісся – 2,1 бала; Лівобережний Лісостеп – 2,3 бала; Лівобережний Степ – 2,7 бала.

Невисока естетична оцінка рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України пов'язана із переважанням чистих за складом деревостанів, а також таких, що сформовані з аборигенних видів. Підвищення естетичності насаджень можливе завдяки введенню рідкісних аборигенних порід, які посилювали б контрастності пейзажу (табл. 3–6).

Таблиця 3

Розподіл рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України за ландшафтно-рекреаційними ознаками, га

Клас	Естетична оцінка	Пішохідна доступність	Додаткова оцінка	Рекреаційна оцінка	Стійкість до рекреаційних навантажень	Стадія рекреаційної дигресії
Зона масового відпочинку						
1,0	2 521,8	1 666,1	504,7	3 329,2	2 770,5	21 350,7
2,0	24 674,1	865,2	1 247,2	37 724,3	5 783,4	9 343,8
3,0	14 694,5	41 895,6	181,7	3 767,1	15 567,4	10 348,4
4,0	9 983,7	55,4	115,2	51,9	9 968,3	1 992,3
5,0	2 550,9	443,8	42 877,3	53,6	10 836,5	1 890,9
Разом	54 425,0	44 926,1	44 926,1	44 926,1	44 926,1	44 926,1
Середній клас	2,7	2,9	4,9	2,0	3,4	1,9
Зона інтенсивної рекреації						
1,0	1 070,5	1 651,8	32,3	1053,7	636,4	11 288,4
2,0	6 665,8	1 604,0	151,8	12 337,4	8 404,5	90,3
3,0	5 773,6	10 248,3	196,2	1 378,0	3 233,0	46,6
4,0	2 195,6	901,0	163,0	57,6	880,5	1 012,3
5,0	1 588,5	472,5	14 334,3	50,9	1 723,2	2 440,0
Разом	17 294,0	14 877,6	14 877,6	14 877,6	14 877,6	14 877,6
Середній клас	2,8	2,8	4,9	2,0	2,6	1,9
Зона екстенсивної рекреації						
1,0	21 615,7	1 041,3	2 430,6	3 270,6	2 267,7	160 025,7
2,0	102 042,6	5 340,7	3 983,5	152 488,2	110 360,6	4 726,2
3,0	37 033,2	155 875,1	1 146,5	11 228,2	35 654,7	2 307,1
4,0	13 548,3	195,0	4 857,8	137,9	17 766,7	122,2
5,0	8 604,3	4 787,8	154 821,5	115,0	1 190,2	58,7
Разом	182 844,1	167 239,9	167 239,9	167 239,9	167 239,9	167 239,9
Середній клас	2,4	3,0	4,8	2,1	2,4	1,1
Інші ділянки рекреаційних лісів						
1,0	65,0	15,6	16,8	58,8	58,3	57,9
2,0	30,0	21,7	48,1	33,9	29,9	33,9
3,0	21,0	71,3	38,7	23,4	25,1	22,3
4,0	17,3	20,2	23,7	17,7	21,0	17,6
5,0	12,8	17,3	18,8	12,3	11,8	14,4
Разом	146,1	146,1	146,1	146,1	146,1	146,1
Середній клас	2,2	3,0	2,8	2,3	2,3	2,3
Разом						
–	254 709,2	227 189,7	227 189,7	227 189,7	227 189,7	227 189,7
Середній клас	2,5	3,0	4,8	2,1	2,6	1,3

Більшість ділянок рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України (91,6 %) належать до 3-го класу пішохідної доступності, яка в умовах рівнинного рельєфу визначається відстанню до межі населеного пункту, рекреаційного закладу, автостоянки або дороги загального користування. До 2-го класу доступності належать 3,5 % рекреаційно-оздоровчих лісів, до 5-го – 2,5 %, до 1-го – 1,9 % і до 4-го – 0,5 %. За природними зонами також переважна більшість рекреаційно-оздоровчих лісів належать до 3-го класу пішохідної доступності (див. табл. 3–6).

Таблиця 4

Розподіл рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережного Полісся за ландшафтно-рекреаційними ознаками, га

Клас	Естетична оцінка	Пішохідна доступність	Додаткова оцінка	Рекреаційна оцінка	Стійкість до рекреаційних навантажень	Стадія рекреаційної дигресії
Зона масового відпочинку						
1,0	15,4	30,0	3,8	101,2	3,7	2 890,4
2,0	3 502,7	7,5	7,2	3 010,4	303,7	704,8
3,0	115,4	3 681,4	7,7	626,1	3 325,3	146,2
4,0	196,1	7,5	30,0	7,5	112,5	4,4
5,0	15,4	22,5	3 700,2	3,7	3,7	3,1
Разом	3 845,0	3 748,9	3 748,9	3 748,9	3 748,9	3 748,9
Середній клас	2,1	3,0	5,0	2,1	3,0	1,3
Зона інтенсивної рекреації						
1,0	43,5	17,1	14,9	904,1	375,5	966,3
2,0	802,1	27,3	19,8	135,8	644,4	61,3
3,0	290,1	1 000,2	25,3	21,5	30,4	25,6
4,0	140,1	30,5	35,5	15,2	23,1	19,8
5,0	25,1	15,1	994,7	13,6	16,8	17,2
Разом	1 300,9	1 090,2	1 090,2	1 090,2	1 090,2	1 090,2
Середній клас	2,5	3,0	4,8	1,3	1,8	1,2
Зона екстенсивної рекреації						
1,0	1 394,3	38,0	52,7	123,1	35,1	17 459,6
2,0	15 029,1	47,5	105,5	16 439,5	1 406,6	52,7
3,0	488,9	17 406,7	70,3	861,5	15 191,1	35,2
4,0	977,8	57,9	931,9	87,9	931,9	17,6
5,0	217,3	32,2	16 421,9	70,3	17,6	17,2
Разом	18 107,4	17 582,3	17 582,3	17 582,3	17 582,3	17 582,3
Середній клас	2,1	3,0	4,9	2,1	3,0	1,0
Інші ділянки рекреаційних лісів						
1,0	20,4	6,5	6,4	16,3	17,6	15,9
2,0	9,3	8,3	9,2	11,1	11,3	14,6
3,0	7,6	22,6	18,9	9,1	8,4	7,6
4,0	6,9	6,8	8,3	7,2	6,9	5,8
5,0	4,8	4,8	6,2	5,3	4,8	5,1
Разом	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0
Середній клас	2,3	2,9	3,0	2,5	2,4	2,4
Разом						
–	23 302,3	22 470,4	22 470,4	22 470,4	22 470,4	22 470,4
Середній клас	2,1	3,0	4,9	2,1	2,9	1,1

Аналіз окремих складових додаткової оцінки, яка комплексно враховує наявність на ділянці елементів благоустрою, будь-яких вартих уваги пам'яток природи, ягідників чи можливості огляду близьких і далеких краєвидів, свідчить, що рекреаційно-оздоровчі ліси

Лівобережної України характеризуються низьким балом додаткової оцінки ландшафтів (4,8) як загалом, так і за природними зонами: Лівобережне Полісся – 4,9 бала; Лівобережний Лісостеп – 4,8 бала; Лівобережний Степ – 4,9 бала (див. табл. 3–6).

Таблиця 5

Розподіл рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережного Лісостепу за ландшафтно-рекреаційними ознаками, га

Клас	Естетична оцінка	Пішохідна доступність	Додаткова оцінка	Рекреаційна оцінка	Стійкість до рекреаційних навантажень	Стадія рекреаційної дигресії
Зона масового відпочинку						
1,0	709,4	19,7	13,4	432,9	124,2	15 150,5
2,0	9 291,1	46,6	467,7	13 905,7	2 452,1	326,0
3,0	4 429,3	15 379,1	20,1	1 144,2	10 600,0	16,2
4,0	1 401,5	12,3	62,1	17,2	2 312,5	12,3
5,0	1 470,6	62,1	14 956,5	19,8	31,0	14,8
Разом	17 301,9	15 519,8	15 519,8	15 519,8	15 519,8	15 519,8
Середній клас	2,6	3,0	4,9	2,1	3,0	1,0
Зона інтенсивної рекреації						
1,0	828,9	7,2	11,5	79,1	237,4	7 860,2
2,0	2 838,2	7,9	79,1	7 292,5	6 020,9	17,2
3,0	3 951,7	7 691,0	12,3	517,3	1 439,9	15,1
4,0	485,6	6,8	21,7	10,1	158,2	11,4
5,0	267,9	198,9	7 787,2	12,8	55,4	7,9
Разом	8 372,3	7 911,8	7 911,8	7 911,8	7 911,8	7 911,8
Середній клас	2,6	3,0	5,0	2,1	2,2	1,0
Зона екстенсивної рекреації						
1,0	14 958,2	972,0	2 348,8	2 489,6	1 134,0	74 030,1
2,0	44 109,8	5 264,7	3 563,8	74 415,4	57 183,0	4 616,7
3,0	19 717,7	74 192,0	1 053,0	4 049,8	18 953,0	2 239,8
4,0	3 399,6	81,0	1 134,0	21,3	3 239,7	81,0
5,0	2 804,7	486,0	72 896,1	19,6	486,0	28,1
Разом	84 990,0	80 995,7	80 995,7	80 995,7	80 995,7	80 995,7
Середній клас	2,2	2,9	4,7	2,0	2,3	1,1
Інші ділянки рекреаційних лісів						
1,0	20,1	5,2	5,9	21,1	19,9	21,3
2,0	10,5	6,7	19,1	10,5	9,7	8,7
3,0	7,8	21,0	9,9	7,8	8,9	7,8
4,0	5,6	8,1	7,6	6,3	7,8	6,7
5,0	4,8	7,8	6,3	3,1	2,5	4,3
Разом	48,8	48,8	48,8	48,8	48,8	48,8
Середній клас	2,3	4,0	2,8	2,1	2,2	2,3
Разом						
–	110 713,0	104 476,1	104 476,1	104 476,1	104 476,1	104 476,1
Середній клас	2,3	2,9	4,8	2,0	2,4	1,1

За сумарним значенням показників естетичної оцінки, пішохідної доступності та додаткової оцінки визначено загальну рекреаційну оцінку рекреаційно-оздоровчих лісів, яка може бути високою, середньою або низькою. Зміна хоча б одного із цих показників унаслідок господарської діяльності або природних змін середовища призводить до підвищення або зниження рекреаційної цінності ділянки. Визначений клас рекреаційної оцінки рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України (2,1) є середнім, як і для деревостанів усіх природних зон (див. табл. 3–6).

Таблиця 6

Розподіл рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережного Степу за ландшафтно-рекреаційними ознаками, га

Клас	Естетична оцінка	Пішохідна доступність	Додаткова оцінка	Рекреаційна оцінка	Стійкість до рекреаційних навантажень	Стадія рекреаційної дигресії
Зона масового відпочинку						
1,0	1 797,0	1 616,4	487,5	2 795,1	2 642,6	3 309,8
2,0	11 880,3	811,1	772,3	20 808,2	3 027,6	8 313,0
3,0	10 149,8	22 835,1	153,9	1 996,8	1 642,1	10 186,0
4,0	8 386,1	35,6	23,1	27,2	7 543,3	1 975,6
5,0	1 064,9	359,2	24 220,6	30,1	10 801,8	1 873,0
Разом	33 278,1	25 657,4	25 657,4	25 657,4	25 657,4	25 657,4
Середній клас	2,9	2,9	4,8	2,0	3,8	2,6
Зона інтенсивної рекреації						
1,0	198,1	1 627,5	5,9	70,5	23,5	2 461,9
2,0	3 025,5	1 568,8	52,9	4 909,1	1 739,2	11,8
3,0	1 531,8	1 557,1	158,6	839,2	1 762,7	5,9
4,0	1 569,9	863,7	105,8	32,3	699,2	981,1
5,0	1 295,5	258,5	5 552,4	24,5	1 651,0	2 414,9
Разом	7 620,8	5 875,6	5 875,6	5 875,6	5 875,6	5 875,6
Середній клас	3,1	2,4	4,9	2,2	3,4	3,1
Зона екстенсивної рекреації						
1,0	5 263,2	31,3	29,1	657,9	1098,6	68 536,0
2,0	42 903,7	28,5	314,2	61 633,3	51 771,0	56,8
3,0	16 826,6	64 276,4	23,2	6 316,9	1 510,6	32,1
4,0	9 170,9	56,1	2 791,9	28,7	13 595,1	23,6
5,0	5 582,3	4 269,6	65 503,5	25,1	686,6	13,4
Разом	79 746,7	68 661,9	68 661,9	68 661,9	68 661,9	68 661,9
Середній клас	2,6	3,1	4,9	2,1	2,4	1,0
Інші ділянки рекреаційних лісів						
1,0	24,5	3,9	4,5	21,4	20,8	20,7
2,0	10,2	6,7	19,8	12,3	8,9	10,6
3,0	5,6	27,7	9,9	6,5	7,8	6,9
4,0	4,8	5,3	7,8	4,2	6,3	5,1
5,0	3,2	4,7	6,3	3,9	4,5	5,0
Разом	48,3	48,3	48,3	48,3	48,3	48,3
Середній клас	2,0	3,0	2,8	2,1	2,3	2,3
Разом						
–	120 693,9	100 243,2	100 243,2	100 243,2	100 243,2	100 243,2
Середній клас	2,7	3,0	4,9	2,1	2,8	1,5

Показником природного рекреаційного потенціалу насаджень є стійкість до рекреаційних навантажень, яку визначають за п'ятибальною шкалою та в основу якої покладено біологічні властивості деревних порід і ґрунтово-гідрологічні умови ділянок, на яких вони ростуть. Більшість ділянок Лівобережної України, вкритих лісовою рослинністю, мають оцінку 2 або 3 бали (78,8 %), що свідчить про середній ступінь стійкості до рекреаційного навантаження переважної більшості цих насаджень (див. табл. 3–6).

Інтегральним показником, який відображає процес зміни біогеоценозу внаслідок рекреаційного впливу, є стадія рекреаційної дигресії лісового насадження. Розподіл рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України за стадіями рекреаційної дигресії є таким: 1 – 84,8 %, 2 – 6,3 %, 3 – 5,6 %, 4 – 1,4 %, 5 – 1,9 %.

У зонах масового відпочинку та інтенсивної рекреації середній бал стадії рекреаційної дигресії становить 1,9. За природними зонами середній бал стадії рекреаційної дигресії становить: Лівобережне Полісся – зона масового відпочинку 1,3, зона інтенсивної рекреації – 1,2; Лівобережний Лісостеп – зона масового відпочинку і зона інтенсивної рекреації – 1,0; Лівобережний Степ – зона масового відпочинку 2,6, зона інтенсивної рекреації – 3,1. Рекреаційне навантаження є допустимим, оскільки природний комплекс не втрачає здатності до самовідновлення.

Висновки. Рекреаційно-оздоровчі ліси Лівобережної України характеризуються порівняно невисоким ступенем рекреаційного навантаження. В цих лісах фактичний розподіл площ між типами ландшафтів (закритий – 85,1 %, напіввідкритий – 8,2 %, відкритий – 6,7 %) не відповідає оптимальному (70, 20 і 10 % відповідно). Це стосується також розподілу за природними зонами. Для досягнення оптимального співвідношення площ ландшафтів господарська діяльність має бути спрямована на формування відкритих і напіввідкритих просторів, зокрема шляхом проведення ландшафтних рубок регулювання співвідношення різних типів ландшафтів.

Переважає більшість рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України за естетичною оцінкою належать до другого та третього класів, що пов'язане з переважанням чистих за складом деревостанів, сформованих переважно аборигенними деревними видами. Підвищення естетичності насаджень можливе шляхом уведення рідкісних аборигенних видів, які б підвищували контрастність пейзажів.

Більшість ділянок рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України належать до 3-го класу пішохідної доступності, характеризуються низьким балом додаткової оцінки ландшафтів і середнім ступенем стійкості до рекреаційного навантаження. Клас рекреаційної оцінки рекреаційно-оздоровчих лісів регіону є середнім.

Переважає більшість рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України характеризуються першим ступенем рекреаційної дигресії. Середній бал стадії рекреаційної дигресії в зонах масового відпочинку та інтенсивної рекреації становить 1,9, тому рекреаційне навантаження є допустимим, оскільки природний комплекс не втрачає здатності до самовідновлення.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Alberti, M., Marzluff, J. M., Shulenberg, E., Bradley, G., Ryan, C., Zumbrennen, C. 2003. Integrating humans into ecology: opportunities and challenges for studying urban ecosystems. *Bioscience*, 53: 1169–1179. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2003\)053](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053)

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. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2011.07.006>

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. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.04.010>

Forest management procedure. 2021. [Electronic resource]. Approved by Order of the Ministry of Environment No. 549 dated 11/15/2021. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1644-21#Text> (accessed 10.08.2022) (in Ukrainian)

Forest manager's handbook. 2016. [Mostepaniuk, V. A., Ed.]. Zhytomyr, Ruta, 584 p. (in Ukrainian).

Giergiczny, M., Czajkowski, M., Żylicz, T., Angelstam, P. 2015. Choice experiment assessment of public preferences for forest structural attributes. *Ecological Economics*, 119: 8–23. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.07.032>

Gundersen, V. S. and Frivold, L. H. 2008. Public preference for forest structures: a review of quantitative surveys in Finland, Norway and Sweden. *Urban Forestry & Urban Greening*, 7(4): 241–258. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2008.05.001>

Haunders, 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>

Instructions for organizing the forest fund of Ukraine. Part one. Field work. 2006. Irpin, 74 p. (in Ukrainian).

Melnykovych, M., Soloviy, I., Nijnik, M. 2018. How to see the forest for the trees? Stakeholders perceptions of sustainable forest management in Ukraine. In: Sustainable Forest management for the future – the role of managerial economics and accounting. International Scientific Conference. IUFRO Unit 4.05.00 – Managerial economics and accounting. Book of abstracts. Zagreb, Croatia, p. 47–49.

Monitoring and increasing the resilience of anthropo-technogenic disturbed forests. Collection of Recommendations of URIFFM. 2011. Kharkiv, Nove slovo, 304 p. (in Ukrainian).

Musiienko, S. I., Rumiantsev, M. H., Tarnopilska, O. M. 2019. Recreational forestry: a summary of lectures (for full-time and part-time students of the "bachelor" education level, specialty 206 - Horticulture). Kharkiv, KhNUUE named after O. M. Beketov, 165 p. (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).

Nielsen, A. B., Olsen, S. B., Lundhede, T. 2007. An economic valuation of the recreational benefits associated with naturebased forest management practices. Landscape and Urban Planning, 80: 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.06.003>

Panchenko, T. F., Simonova, O. D., Shovkoplias, T. I. 1993. Development of scientific principles for the use of territories and objects of the Nature Reserve Fund of Ukraine for recreational purposes. Kyiv, Ministry of Building and Architecture, 72 p. (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). <https://doi.org/10.36930/40310501>

Pelyukh, O. and Zahvoyska, L. D. 2017. Choice experiment method in forest ecosystem services valuation. Scientific Bulletin of UNFU, 27(7): 46–52. (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/40270708>

Sanchez-Badini, O. and Innes, J. L. 2019. Forests and trees: A public health perspective. Sante publique, 1: 241–248. <https://doi.org/10.3917/spub.190.0241>

Svyrydenko, V. Ye., Babich, O. H., Kyrychok, L. S. 2005. Forestry: Textbook. Kyiv, Aristei, 544 p. (in Ukrainian).

Yavorovskiy, P. P., Sendonin, S. Ye., Tokareva, O. V. 2019. Recreational forestry. Kyiv, Naukova stolytsia, 299 p. (in Ukrainian).

Musienko S. I.¹, Tarnopilska O. M.¹, Bondarenko V. V.¹, Luk'yanets V. A.¹, Kobets O. V.¹, Kostyashkina T. D.²

LANDSCAPE AND RECREATION EVALUATION OF RECREATION AND HEALTH-IMPROVING FORESTS IN THE LEFT-BANK UKRAINE

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

²*State Enterprise 'Kharkiv State Forest Management Expedition'*

Recreational and health-improving forests in the Left Bank Ukraine were assessed in regard to their landscape and recreational values. The evaluation was based on the analysis of the inventory subcompartment database 'Forest Fund' of the Ukrderzhlisproekt and forest management data, considering the natural features of the area and the purpose of the forests. The studied forests have a relatively low degree of recreational load. The predominant type of landscape in the forests is dense; it covers 85.1% of the area. According to the aesthetic evaluation, the vast majority of recreational and health-improving forests in Left-Bank Ukraine belong to the second and third classes, the average class is 2.5 points. The low aesthetic value of the forests is brought about by the predominance of pure stands and forests composed of aboriginal tree species. The aesthetics of these forests can be increased by planting there rare or introduced species as it will enhance the landscape contrast.

Key words: functional zoning, landscape types, walking distance, recreational resistance, recreational digression stage.

E-mail: lspg@ukr.net

Одержано редколегією 18.08.2022



**О. Б. ПРИХОДЬКО¹, В. П. ПАСТЕРНАК², Т. С. ПИВОВАР², В. Ю. ЯРОЦЬКИЙ³,
О. І. ЛЯЛІН²**

**ОСОБЛИВОСТІ ДИНАМІКИ ТАКСАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ І СТАНУ ЛІСІВ
У ПРИДОНЕЦЬКОМУ СТЕПУ В КОНТЕКСТІ ЗМІНИ КЛІМАТУ**

¹Державне підприємство «Лиманське ЛГ»

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

³Національний природний парк «Кремінські ліси»

Виявлено особливості динаміки показників лісового фонду за 15-річний період у Придонецькому Степу України (на прикладі ДП «Лиманське лісове господарство», Донецька область) за даними лісовпорядкування та базою даних «Лісовий фонд». Простежено динаміку стану насаджень за даними моніторингу лісів. Проаналізовано кліматичні показники регіону досліджень за останні 60 років. Лісові насадження підприємства є типовими для регіону: переважають соснові (*Pinus sylvestris* L.) (57,4 % за площею) та дубові (*Quercus robur* L.) (17,8 %) деревостани. За останні 15 років площа соснових деревостанів дещо зменшилася, переважно внаслідок санітарних рубок в ослаблених та всихаючих деревостанах, а площа листяних порід і чагарників збільшилася. Кліматичні показники свідчать про тенденцію потепління та аридизації умов місцезростання, а дані моніторингу – про тенденцію погіршення стану соснових лісів.

К л ю ч о в і с л о в а : моніторинг, лісові ділянки, склад деревостанів, дефоліація.

Вступ. Зміна клімату призводить до суттєвих зсувів меж біокліматичних регіонів Землі. Зокрема, на рівнинній частині України межі природних зон за кліматичними показниками впродовж останніх 20 років зсунулися на північ до 100 км (Migration of climatic zones, 2020). В умовах зміни клімату та посиленого антропогенного впливу лісові насадження стають більш уразливими та менш стійкими до біотичних пошкоджень, знижується їхня продуктивність, і вони починають всихати (Vacek et al. 2016, Buksha et al. 2017, Shvidenko et al. 2018).

У зв'язку із недостатнім рівнем зволоження протягом вегетаційного періоду степова зона має малосприятливі умови для росту лісів, тому лісові насадження тут ростуть переважно вздовж річок і в балках (байрачні ліси), де джерелом вологи є ґрунтові води, а також на борових терасах. Лісистість Північно-степової лісогосподарської зони є низькою – 3,6 % (Gensiruk 2002). Ліси у Північному Степу виконують важливі рекреаційно-оздоровчі та екологічні функції: водоохоронні та ґрунтозахисні, збереження біорізноманіття тощо. Водночас вони є джерелом одержання деревини та недеревної продукції лісу.

У Північному Степу переважають чисті штучні соснові деревостани; наявні також листяні ліси з участю дуба звичайного (*Quercus robur* L.), робінії звичайної (псевдоакації) (*Robinia pseudoacacia* L.) (Gensiruk 2002). Хоча сосна є доволі посухостійким видом, проте за тривалих посух пригнічується робота її транспортної системи, зменшується інтенсивність фотосинтезу, зокрема синтезу захисних сполук, які запобігають заселенню дерев стовбуровими комахами та ураженню збудниками хвороб (Ziesche 2017). Протягом останнього десятиріччя соснові деревостани частіше пошкоджуються біотичними чинниками – кореневою губкою (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref) і короїдами *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) та *Ips sexdentatus* (Börner, 1776), що зумовлює погіршення стану деревостанів та їхнє всихання (Meshkova 2021).

Іншою загрозою лісам, пов'язаною зі зміною клімату, є лісові пожежі (Zibitsev et al. 2022). Це зумовлено зменшенням вологості, збільшенням температури повітря й тривалості пожежонебезпечного періоду, тоді як соснові ліси, що домінують у регіоні, мають найвищу категорію пожежної небезпеки (Borysenko 2017).

Причинами погіршення стану лісів є також помилки у веденні лісового господарства в минулому (зокрема вирощування чистих соснових деревостанів) і посилення антропогенного впливу.

Таким чином, важливо визначити динаміку стану лісів Придонецького Степу України з урахування зміни клімату.

Мета досліджень – виявити особливості структури лісового фонду та динаміки лісівничо-таксаційних показників лісових насаджень Придонецького Степу України в контексті зміни клімату.

Матеріали й методи. Дослідження проведено у ДП «Лиманське ЛГ», яке розташоване в Лівобережному Північному Степу України в Краматорському районі Донецької області. Це – один із найбільших лісових масивів Придонецького Степу. Лісові ландшафти території підприємства є типовими для Лівобережного Північного Степу України з домінуванням сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) у сухих і свіжих борах та суборах і дуба звичайного (*Quercus robur* L.) у свіжих грудях (Ostapenko & Tkach 2002). Оскільки переважна частка насаджень належить до категорії лісів природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення (Prihodko et al. 2019), це суттєво обмежує заходи з ведення лісового господарства.

Для дослідження динаміки показників лісового фонду використано результати двох обліків лісів (база даних ВО «Укрдержліспроєкт») – станом на 2005 і 2020 рр. та Проект організації та ведення лісового господарства ДП «Лиманське ЛГ» (2021).

Динаміку стану соснових деревостанів оцінювали за даними моніторингу лісів I рівня, спостереження проводили упродовж 2005–2021 рр. На ділянках моніторингу оцінювали основні показники стану: дефоліацію, дехромацію, частку сухоюстю та дерев із пошкодженнями, а також категорії санітарного стану дерев (Buksha et al. 2011a, Manual on methods and criteria 2016, Pasternak et al. 2020). Індекс санітарного стану визначали згідно із Санітарними правилами в лісах України (Sanitary Forests Regulations in Ukraine 2016). Ділянки моніторингу закладено в чистих штучних соснових деревостанах різного віку (від 39 до 99 років), переважно у свіжих борах. По одній ділянці також закладено в сухому бору та у свіжому субору (табл. 1).

Таблиця 1

Лісівничо-таксаційні показники соснових деревостанів на ділянках моніторингу I рівня (станом на 2021 р.)

Ділянка	ТЛУ	Вік	Середні		Повнота	Клас бонітету	Запас, м ³ ·га ⁻¹
			висота, м	діаметр, см			
250911	B ₂	80	28,0	38,8	0,73	Ia	455
250915	A ₂	44	16,5	16,9	0,75	I	220
250916	A ₂	99	25,5	31,7	0,65	II	360
250930	A ₂	41	15,0	17,1	0,68	I	173
250933	A ₁	39	13,5	14,2	0,54	II	120
250934	A ₂	85	21,7	19,9	0,42	II	185
250936	A ₂	69	24,5	27,9	0,75	I	372

Для виявлення тенденцій зміни клімату використано дані із сайту ClimateCharts.net (Zerper et al. 2020). Дані згруповані за 1960–1990 рр. (базовий клімат) та 1990–2019 рр. (поточний клімат). Для виявлення тренду кліматичних показників за останні десятиріччя дані згруповано за періоди 1990–2000, 2000–2010, 2010–2019 рр. Розраховано кліматичні показники: за Д. Воробйовим (індекс вологості та теплозабезпечення) (Vorobyov 1961), гідротермічний коефіцієнт (ГТК) Селянінова (Selianinov 1937), індекс де Мартона (Shvidenko et al. 2018).

Результати та обговорення. Регіон дослідження за значеннями індексів вологості (VW) та теплозабезпечення (T_{pos}) клімату за Д. Воробйовим (Vorobyov 1961) розташований у зоні Іе – сухий порівняно теплий клімат (дані за періоди 1960–1990 та 1990–2019 рр.). За останнє десятиріччя індекс вологості (VW) перевищив межі порогу кліматичного класу, тобто клімат

змінився на 0e (дуже сухий порівняно теплий клімат), а значення індексу теплозабезпечення наблизилося до граничного для класу «e», а в окремі роки відповідає класу «f».

Середньорічні значення температури повітря (T_p) у регіоні за останні 30-років збільшилися на 0,8°C (від 8,3°C до 9,1°C), причому темпи потепління прискорилися за останні 20 років. Якщо у 1990–2000 рр. приріст температури становив 0,2°C, то надалі він сягнув 0,7 та 0,6°C за десятиріччя (табл. 2). За останні 30 років мінімальні зимові температури збільшилися на 0,7°C, а літні – в середньому на 1,8°C.

Таблиця 2

Кліматичні показники для ДП «Лиманське ЛГ» (Climat charts)

Період	T_p , °C	T_y , °C	P_y , мм	T_{pos} , °C	$P_{T_{pos}}$, мм	VW	IDM	HTKS	T_{min} , °C	T_{max} , °C
1960–1990	26,9	8,3	518	112,1	396	0,3	28,4	0,90	-5,6	21,3
1990–2000	27,1	8,5	513	113,5	394	0,2	27,7	0,92	-4,6	22,5
2000–2010	26,5	9,2	545	121,5	411	-0,1	28,4	0,88	-4,7	21,8
2010–2019	27,6	9,8	517	126,6	371	-0,7	26,2	0,77	-4,8	22,8
1990–2019	28,0	9,1	525	120,1	394	-0,2	27,5	0,86	-4,9	23,1

Примітка. T_p – середня річна температура повітря, T_y – різниця між максимальною та мінімальною середньомісячними температурами, P_y – річна сума опадів, T_{pos} – сума додатних місячних температур, $P_{T_{pos}}$ – сума опадів за теплий сезон року (з додатними середньомісячними температурами), T_{min} – мінімальна середньомісячна температура повітря, T_{max} – максимальна середньомісячна температура, VW – індекс вологості Воробйова, IDM – індекс де Мартона, HTKS – ГТК Селянінова.

Річна сума опадів (P_y) збільшилася за останній 30-річний період у порівнянні з базовим на 1,4 %, причому найбільшою була у 2000–2010 рр. (545 мм), а в останнє десятиріччя зменшилася до базового рівня (517 мм). Більш суттєві зміни зафіксовані щодо кількості опадів за вегетаційний період ($P_{T_{pos}}$) за останнє десятиріччя, коли цей показник зменшився з 411 мм до 371 мм, і ці значення є найменшими за період дослідження. При цьому навіть за достатньої річної кількості опади випадали дуже нерівномірно, з тривалими посушливими періодами влітку.

Про зменшення вологості клімату за останні два десятиріччя свідчать також мінімальні для періоду 2010–2019 рр. значення показників ГТК Селянінова (0,77), індексу вологості за Д. Воробйовим (-0,7) та індексу де Мартона (26,2) (див. табл. 2). Таким чином, за останнє десятиріччя на тлі значного потепління відбулося суттєве зменшення кількості опадів, зокрема у вегетаційний період, що призвело до дефіциту вологи в регіоні і є несприятливим для росту деревної рослинності (Shvidenko et al. 2018).

Наслідком таких кліматичних змін є зміна гідрологічного режиму. Згідно з даними гідрологічних спостережень (The state 2021) поблизу Бахмута (Донецька область) на першій терасі Сіверського Дінця річна кількість опадів і рівень ґрунтових вод суттєво знизилась (рис. 1). Наочним підтвердженням цього факту є повне висихання озера Лиман (біля м. Лиман), яке за свідченнями місцевих мешканців поступово висихало починаючи з 2013 р.

Дані обліків лісів свідчать, що протягом останніх 15 років загальна площа лісового фонду ДП «Лиманське ЛГ» (табл. 3) не змінилася. Площа вкритих лісовою рослинністю ділянок у 2020 р. становила 21 318,8 га (78,6 % від загальної площі лісових ділянок), 55,6 % із них становили лісові культури. У порівнянні з 2005 р. загальна площа лісових ділянок збільшилась у 2020 р. на 690,1 га (2,8 %). Це відбулось унаслідок як зменшення площ обробітки сільськогосподарських угідь (колишніх сіножатей і пасовищ), так в результаті змін ґрунтово-кліматичних факторів – заростання деревною рослинністю висохлих водно-болотяних угідь (площа яких зменшилася на 359,3 га у зв'язку зі зниженням рівня ґрунтових вод).

Позитивним є збільшення площі вкритих лісовою рослинністю ділянок і зменшення площі незімкнених лісових культур і зрубів (на 202,6 та 129,1 га відповідно). Водночас збільшилася площа рідколісь, згарищ і загиблих насаджень, прогалін і пустирів, що

пов'язане з погіршенням стану лісів і незадовільними процесами лісовідновлення на деяких ділянках. За період 2005–2020 рр. загинули лісові насадження на площі майже 460 га переважно внаслідок пожеж, ураження хворобами та дії несприятливих ґрунтово-гідрологічних і кліматичних чинників. Зокрема, суттєво вплинули пошкодження лісів унаслідок бойових дій 2014 р. та лісові пожежі 2014 р. на площі понад 1 180 га, з яких 10,0 га лісу знищено верховою пожежею (Gladunets 2017).

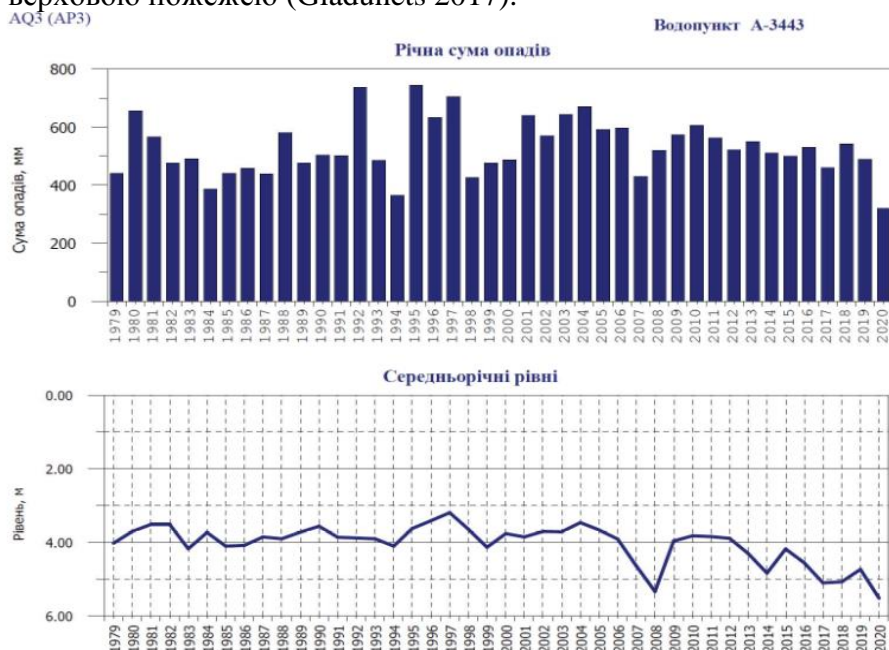


Рис. 1 – Динаміка річної кількості опадів та середньорічних рівнів ґрунтових вод (The state 2021)

Таблиця 3

Динаміка площі лісового фонду ДП «Лиманське ЛГ» за категоріями земель, га

Категорія	Рік обліку	
	2005	2020
1. Загальна площа	27 123,0	27 123,0
2. Лісові ділянки	24 875,1	25 565,2
2.1. Ділянки, вкриті лісовою рослинністю	20 448,9	21 318,8
Зокрема лісові культури	12 318,9	11 861,1
2.2. Ділянки, не вкриті лісовою рослинністю:	4 426,2	4 246,4
2.2.1. Незімкнуті лісові культури	769,7	567,1
2.2.2. Лісові розсадники, плантації	5,6	8,0
2.2.3. Рідколісся	39,5	89,6
2.2.4. Згарища, загиблі насадження	3,9	27,4
2.2.5. Зруби	1 612,7	1 483,6
2.2.6. Прогалини, пустирі	1 344,0	1 367,0
2.2.7. Лісові шляхи, просіки, протипожежні розриви	650,8	703,7
3. Нелісові ділянки	2 247,9	1 557,8

Одним із важливих показників лісового фонду є розподіл деревостанів за переважуючими деревними видами. За даними 2020 р. понад 75 % площ зайнято деревостанами з домінуванням двох основних лісоутворювальних деревних видів: сосни звичайної (57,4 %) і дуба звичайного (17,8 %). Інші хвойні насадження представлені сосною кримською (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe (1914)). Листяні насадження представлені переважно вільхою клейкою (*Alnus glutinosa* L.) – 6,6 %, ясенем звичайним (*Fraxinus excelsior* L.) і березою повислою (*Betula pendula* Roth.) – 3,7 % кожна, робінією

звичайною (*Robinia pseudoacacia* L.) – 3,1 %, а також кленом ясенелистим (*Acer negundo* L.) – 0,8 % (табл. 4). Доволі значні площі зайняті скумпією звичайною (*Cotinus coggygia* Scop.) – 2,0 %.

Таблиця 4

Розподіл площі вкритих лісовою рослинністю ділянок за панівними деревними видами за роками обліку

Панівний деревний вид	Рік обліку		Зміни	
	2005	2020	га	%
Сосна звичайна	12 563,7	12 235,1	-328,6	-2,6
зокрема уражена кореневою губкою	633,5	188,9	-444,6	-70,2
Дуб звичайний	3 522,4	3 799,9	277,5	7,9
Ясен звичайний	635,7	783,2	147,5	23,2
Вільха клейка (чорна)	1 244,3	1 399,8	155,5	12,5
Береза повисла	643,1	795,2	152,1	23,7
Робінія звичайна (біла акація)	503,5	656,0	152,5	30,3
Клен ясенелистий	52,1	179,4	127,3	244,3
Інші листяні	982,0	979,5	-2,5	-0,3
Скумпія звичайна	284,9	430,0	145,1	50,9
Загалом хвойних	12 580,9	12 295,8	-285,1	-2,3
Загалом листяних	7 583,1	8 593,0	1 009,9	13,3
Загалом чагарників	284,9	430,0	145,1	50,9

За період між обліками помічено зміни у співвідношенні хвойних, листяних і чагарників (рис. 2). Так, частка площі хвойних насаджень зменшилася, тоді як листяних насаджень та чагарників – збільшилася.

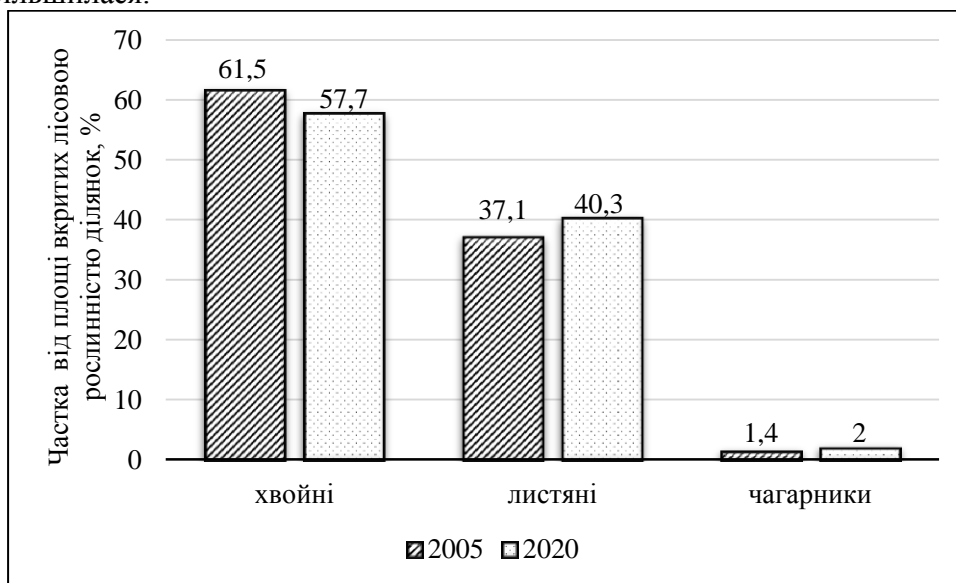


Рис. 2 – Динаміка частки площі хвойних і листяних насаджень, а також чагарників ДП «Лиманське ЛГ» за досліджуваний період

Протягом досліджуваного періоду площа соснових деревостанів зменшилася на 328,6 га (на 2,6 % від площі всіх соснових деревостанів), переважно в результаті санітарних рубок, проведених в осередках кореневої губки (див. табл. 3), а також лісових пожеж і всихання, пов'язаного з іншими чинниками, зокрема внаслідок ураження стовбуровими комахами та змін гідрологічних умов. Площа дубових деревостанів збільшилася (майже на 8 %), також зросла площа деревостанів із домінуванням ясена звичайного, берези повислої та вільхи клейкої (див. табл. 4). М'яколистяні породи поновлювалися переважно на висохлих болотах, залишених сіножатях і пасовищах.

З негативних тенденцій відзначено суттєве збільшення площ адвентивних видів: робінії звичайної та клена ясенелистого. Площа деревостанів робінії звичайної, як порівняти з 2005 р., збільшилася на 152,5 га, або на 30,3 %, переважно в розріджених соснових деревостанах і незімкнених лісових культурах, а також у результаті створення лісових культур. Площа деревостанів клена ясенелистого збільшилася більш ніж утричі. Важливим критерієм аридизації клімату є значне збільшення площі чагарників – скупії звичайної (на 145 га, або на 30 %).

Водночас у цих розрахунках узято до уваги лише площі, де зазначені види є панівними, хоча їх багато і в складі деревостанів (без зміни головної породи). Інтенсивне розповсюдження адвентивних видів негативно впливає на лісове біорізноманіття та ефективність ведення лісового господарства. Необхідна поступова заміна нестійких деревостанів за допомогою рубок переформування та лісовідновних рубок, формування мішаних насаджень переважно з аборигенних деревних видів, контроль інвазійних видів.

Деревостани з пануванням сосни звичайної ростуть переважно в A_2 (59,2 %), B_2 (24,1 %) і A_1 (13,3 %), дуба звичайного – у D_2 (43,1 %), D_1 (39,9 %) і B_2 (8,4 %), робінії звичайної у D_2 (38,6 %), C_2 (22,2 %), B_2 (18,3 %) і C_1 (14,5 %). Порівнюючи з даними 2005 р., площі соснових деревостанів зменшилися в сухих борах (A_1) на 1,5 % (переважно внаслідок пожеж і незадовільних процесів лісовідновлення), свіжих суборах (B_2) на 1,9 % (переважно внаслідок ураження кореневою губкою) і вологих суборах (B_3) на 0,2 % (унаслідок зниження рівня ґрунтових вод), збільшилися в свіжих борах A_2 на 3,2 %; в інших ТЛУ виявлено незначні зміни.

Аналіз динаміки розподілу лісових насаджень за групами віку свідчить, що частка молодняків, пристиглих, стиглих і перестійних деревостанів збільшилася, тоді як частка середньовікових деревостанів зменшилася (табл. 5).

Таблиця 5

Розподіл деревостанів ДП «Лиманське ЛГ» за групами віку, %

Група віку	2005	2020	Оптимальний розподіл*
Молодняки	14,2	15,2	30,7
Середньовікові	64,5	53,5	45,0
Пристиглі	7,3	13,9	15,3
Стиглі та перестійні	14,0	17,4	9,0

*Згідно з даними О. А. Гірса (Girs 2011).

Таким чином, розподіл за основними групами віку наближується до оптимального, але ще відрізняється від нього – він зсунутий у бік старших деревостанів і характеризується незначною часткою молодняків.

Інтегральним показником продуктивності деревостанів є клас бонітету, що залежить від лісорослинних умов, складу деревостанів, походження тощо (Hrom 2010). Деревостани сосни звичайної в лісовому фонді ДП «Лиманське ЛГ» характеризуються переважно середньою продуктивністю: II (50,5 %), I (26,6 %) та III (14,6 %) класи бонітету; деревостани дуба є дещо менш продуктивними – II (67,6 %) і III (20,9 %). За досліджуваний період дещо

підвищилася продуктивність деревостанів дуба звичайного та вільхи клейкої та зменшилася – сосни звичайної (табл. 6). У середньому продуктивність деревостанів не змінилась.

Відзначено загальну тенденцію до зниження відносної повноти (особливо соснових деревостанів), тоді як цей показник дубових і вільхових деревостанів дещо підвищився. Зниження відносної повноти соснових деревостанів пов'язане зі збільшенням відпаду дерев унаслідок впливу комах, хвороб, пошкодження пожежами та проведення вибіркових санітарних рубок. Аналіз даних свідчить про збільшення середнього віку соснових деревостанів на 8 років, а дуба – на 12 років. Старіння насаджень, погіршення їхнього стану та збільшення відпаду призвело до зменшення середньої зміни запасу соснових деревостанів на $0,5 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$, а загалом по підприємству на $0,3 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$. Все це знижує ефективність виконання насадженнями екологічних і рекреаційно-оздоровчих функцій, зокрема зменшення поглинання вуглекислого газу та виділення кисню.

Таблиця 6

Динаміка середніх таксаційних показників насаджень ДП «Лиманське ЛГ» за досліджуваний період

Панівний деревний вид	Рік	Середній таксаційний показник					
		Вік, років	Клас бонітету	Відносна повнота	Запас, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$		Середня зміна запасу, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$
					вкритих лісового рослинністю ділянок	стиглих і перестиглих деревостанів	вкритих лісового рослинністю ділянок
Сосна звичайна	2005	57	I,6	0,73	250	242	4,4
	2020	65	I,8	0,68	255	281	3,9
Дуб звичайний	2005	76	II,5	0,64	194	208	2,5
	2020	88	II,3	0,66	299	226	2,6
Вільха клейка	2005	52	I,8	0,70	193	306	3,7
	2020	56	I,7	0,75	218	312	3,9
Разом	2005	58	I,9	0,70	221	190	3,8
	2020	66	I,9	0,67	228	208	3,5

Зважаючи на доволі тривалий період спостережень за станом насаджень на ділянках моніторингу, у це дослідження включено дані 2005, 2010, 2015, 2020 і 2021 рр. (табл. 7).

Аналіз даних свідчить, що у середньому найнижчий рівень дефоліації відзначено у 2005 р. з подальшим суттєвим збільшенням у 2010–2021 рр. За період 2005–2010 рр. середня дефоліація збільшилась у середньому на 5,0 %, а протягом 2015–2021 рр. – на 8,3 %. Середня дефоліація дерев сосни у 2015 р. становила 8,8 % (див. табл. 7), що є зіставним показником із сусідніми регіонами Північного Степу: південною частиною Харківської (8,8 %) та північною частиною Луганської (13,8 %) областей (Buksha et al. 2011b). На рівні ділянок значення дефоліації у 2020 р. варіювало від 12,0 до 20,2 % (середнє значення по всіх ділянках становило 17,1 %). У 2021 р. на всіх ділянках моніторингу тенденція до погіршення стану соснових насаджень зберігалася, середня дефоліація збільшилась на 5,6 % (до 22,7 %). Таким чином, протягом останнього десятиріччя відбулося суттєве погіршення стану соснових деревостанів у регіоні досліджень, зокрема найсуттєвіші зміни відзначено у 2021 р.

За період спостережень максимальне значення дехромації зафіксовано у 2010 р. (13,1 %), надалі дехромація суттєво зменшилася (до 4,8 % у 2020 і 7,9 % у 2021 р.).

Таблиця 7

Динаміка середньої дефоліації та дехромації соснових деревостанів у лісовому фонді ДП «Лиманське ЛГ» (за даними спостережень на постійних ділянках моніторингу I рівня)

Номер ділянки	Рік					Середнє багаторічне значення	σ
	2005	2010	2015	2020	2021		
Середня дефоліація, %							
250911	13,4	8,9	8,9	12,0	12,6	11,1	2,2
250915	2,2	9,6	9,2	20,2	20,9	12,4	9,6
250916	3,3	9,7	9,2	18,7	20,3	12,2	9,7
250930	2,3	9,4	9,1	16,2	17,0	10,8	9,4
250933	1,7	7,8	7,6	16,8	20,5	10,9	7,8
250934	2,4	9,2	8,5	20,0	28,1	13,6	9,2
250936	3,6	9,0	8,9	15,5	39,8	15,4	9,0
Усі ділянки	4,1	9,1	8,8	17,1	22,7	12,3	8,0
Середня дехромація, %							
250911	8,3	10,0	7,9	5,8	5,6	7,0	7,4
250915	2,1	15,4	13,5	6,5	8,8	7,9	7,1
250916	1,7	12,3	9,2	5,2	6,1	5,7	5,2
250930	1,7	13,3	11,5	9,2	6,9	7,7	6,4
250933	0,5	14,6	10,4	5,6	7,7	5,9	5,9
250934	3,3	11,0	6,1	7,9	9,3	6,2	10,0
250936	2,7	14,8	14,2	7,7	10,8	8,3	7,0
Усі ділянки	2,9	13,1	10,4	6,8	7,9	7,0	7,2

У 2021 р. суттєве ослаблення соснових деревостанів у ДП «Лиманське ЛГ» відбулося внаслідок посилення несприятливих умов і пошкодження ослаблених деревостанів стовбуровими шкідниками (зокрема малим сосновим лубоїдом (*Tomicus minor* (Hartig, 1834)), а індекс санітарного стану насаджень хоч і зменшився на 12 %, але все ще свідчить про ослабленість дерев.

Дані моніторингу лісів також свідчать про суттєве збільшення останніми роками частки пошкоджених і всохлих дерев (табл. 8). Пошкодження дерев сосни виявлено майже на всіх ділянках. Серед пошкоджень переважали смолотеча та стовбурові шкідники.

Таблиця 8

Динаміка показників стану соснових насаджень на ділянках моніторингу у ДП «Лиманське ЛГ»

Ділянка	I_c із сухостоєм*		I_c живих дерев		Частка сухостою, %		Частка дерев з пошкодженнями, %	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
250911	2,2	1,5	2,2	1,5	0,0	0,0	4,2	4,2
250915	2,9	2,4	2,6	2,4	8,3	0,0	4,2	0,0
250916	2,6	2,4	2,3	2,1	12,5	8,0	0,0	8,7
250930	2,5	1,9	2,5	1,9	0,0	0,0	8,3	25,0
250933	2,3	2,2	2,3	2,2	0,0	0,0	0,0	8,3
250934	2,7	2,3	2,7	2,2	0,0	4,2	12,5	20,8
250936	2,4	2,7	2,4	2,5	0,0	8,3	0,0	8,3
Середнє	2,5	2,2	2,4	2,1	3,0	2,9	4,2	10,8

Примітка. I_c – індекс санітарного стану.

За прогнозами ІРСС (2022) очікується подальша зміна клімату. Результати досліджень українських вчених (Buksha et al. 2017) свідчать про негативні наслідки для лісів в Україні: зсув природно-кліматичних зон і природних ареалів лісоутворювальних видів, зокрема сосни звичайної. Наші дослідження підтвердили вплив змін клімату на ліси, що призводить до суттєвих змін складу деревостанів, погіршення стану та зниження продуктивності лісів.

У сучасних умовах важливо спрямовувати лісогосподарські заходи на пом'якшення негативних наслідків зміни клімату, зокрема адаптувати схеми лісових культур із урахуванням лісорослинних умов та цільового призначення насаджень, вирощувати мішані ліси, вчасно та високоякісно проводити рубки догляду й санітарні рубки з метою формування середньоповнотних деревостанів із меншою конкуренцією між деревами, вирощувати дерева із грубішою корою, здійснювати моніторинг осередків шкідників і хвороб.

Висновки. Підтверджено факт потепління та аридизації клімату в Придонецькому Степу України. Середня температура повітря збільшилася на 0,8°C за останні 30 років, причому темпи потепління були найвищими протягом останніх 20 років. Водночас суттєво зменшилися кількість опадів за вегетаційний період (майже на 10 %) за останнє десятиріччя, а також значення гідротермічних коефіцієнтів – індексу вологості Воробйова, ГТК Селянінова, індекса де-Мартона. Знизився рівень ґрунтових вод.

За період 2005–2020 рр. відбулася зміна складу деревостанів (зменшення площі соснових насаджень і збільшення площі листяних насаджень, зокрема дуба звичайного, ясена звичайного, вільхи клейкої (чорної), а також робінії звичайної, клена ясенелистого (адвентивних видів) та чагарників – скумпії звичайної). Відбувається висихання боліт і їхнє заростання листяними лісами. Зафіксовано зменшення відносної повноти соснових деревостанів.

За даними моніторингу лісів виявлено суттєве погіршення санітарного стану соснових насаджень. Так, за період 2005–2010 рр. значення дефоліації збільшилося у середньому на 5,0 %, протягом 2015–2021 рр. — на 8,3 %, а найбільш суттєві зміни відзначено у 2021 р. Середній індекс санітарного стану живих дерев у 2020 р. становив 2,4, а у 2021 р. – 2,1, що свідчить про ослабленість дерев сосни.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Borysenko, O. I. 2017. Fire hazard assessment for the stands of the State Enterprise “Kreminske Forest Economy” using GIS technology. *Forestry and Forest Melioration*, 130: 139–145.

Buksha, I. F., Bondaruk, M. A., Tselishchev, O. G., Pyvovar, T. S., Buksha, M. I., Pasternak, V. P. 2017. Vitality forecasting for Scots pine and English oak in condition of climate change in the lowland of Ukraine. *Forestry and forest melioration*, 130: 146–158 (in Ukrainian).

Buksha, I. F., Pasternak, V. P., Pyvovar, T. S., Buksha, M. I., Yarotsky, V. Yu. 2011a. Methodical materials on the forest monitoring level I and ensuring its quality. Kharkiv, UFIFFM, 56 p. (in Ukrainian).

Buksha, I. F., Pyvovar, T. S., Buksha, M. I. 2011b. The dynamics of the defoliation of pine trees crowns in Lugansk, Sumy and Kharkiv regions according to results of I level forest monitoring in 2001–2010. *Forestry and Forest Melioration*, 118: 49–57 (in Ukrainian).

Gensiruk, S. A. 2002. Forest of Ukraine. Lviv, Scientific society named after Shevchenko, Ukrainian state Forestry University, 496 p.

Girs, O.A. 2011. Maturity of forest stands and use of wood resources in forests of different functional purposes. Korsun-Shevchenkivskiy, Maydachenko I. S., 315 p. (in Ukrainian).

Gladumets, I. V. 2017. Forest fires on the territory of NNP “Svyati Hory” during 2014–2016 years. Proceedings of All-Ukrainian scientific and practical conference of students and young scientists “Novations. condition and development of forestry and landscape gardening management” (15–16 February 2017). Kharkiv, KNAU named after V.V. Dokuchaev, p. 10–11 (in Ukrainian).

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

IPCC AR5. 2022. Climate Change 2022. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Technical Summary, WG AR5, 36. [Electronic resource]. Data Distribution Centre. Available at: http://sedac.ciesin.columbia.edu/ddc/ar5_scenario_process/RCPs.html (accessed 30.08.2022).

Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. 2016. [Electronic resource]. UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.). Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany. Available at: <http://www.icp-forests.net/page/icp-forests-manual> (accessed 30.08.2022).

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>

Migration of climatic zones on the north. 2020. [Electronic resource]. Available at: <https://landlord.ua/wp-content/page/pid-udarom-stykhii-iak-mihruuit-klimatychni-zony-v-ukraini/> (accessed 30.08.2022) (in Ukrainian).

Ostapenko, B. F. and Tkach, V. P. 2002. Forest typology. Part 2. Kharkiv, Kharkiv State Agrarian University named after V. V. Dokuchayev, 204 p.

Pasternak, V. P., Prihodko, O. B., Pyvovar, T. S., Yarotsky, V. Yu. 2020. Dynamics of pine stands condition in SE “Lymanske Forest Economy”. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 21: 68–76. <https://doi.org/10.15421/412027>

Prihodko, O. B., Pasternak, V. P., Yarotsky, V. Yu. 2019. Condition, structure and productivity of pine forests of State Enterprise “Lymanske Forest Economy”. Forestry and Forest Melioration, 135: 24–29. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.24>

Selivanov, G. T. 1937. Methods of agriculture’s climate characteristic. World agroclimatic reference book. Leningrad, Moscow, p. 5–29 (in Russian).

Shvidenko, A. Z., Buksha I. F., Krakovska S. V. 2018. Vulnerability of Ukrainian forests to climate change: monograph. Kyiv, Nika-Tsentr, 184 p.

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/555-95-п> (accessed 30.08.2022) (in Ukrainian).

The state of underground water of Ukraine. 2021. [Electronic resource]. Kyiv, Geoinform of Ukraine, 124 p. https://geoinf.kiev.ua/wp-content/uploads/2021/08/schorichnyk_py_2020.pdf (accessed 30.08.2022) (in Ukrainian).

Vacek, S., Vacek, Z., Bilek, L., Simon, J., Remeš, J., Hůnová, I., Král, J., Putalová, T., Mikeska, M. 2016. Structure, regeneration and growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands with respect to changing climate and environmental pollution. *Silva Fennica*, 50(4): article id 1564. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.1564>

Vorobyov, V. D. 1961. Forest typological classification of climates. Proceedings of Kharkiv Agrarian Institute, XXX (LXVII): 235–250 (in Russian).

Zepner, L., Karrasch, P., Wiemann, F., Bernard, L. 2020. ClimateCharts.net – an interactive climate analysis web platform. *International Journal of Digital Earth*, 14(3): 338–356. <https://doi.org/10.1080/17538947.2020.1829112>

Ziesche, T. M. 2017. Tree growth indicates resource quality for foliage-feeding insects: Pattern and structure of herbivore diversity in response to productivity. *Ecological indicators*, 83: 249–259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.07.053>

Zibtsev, S. V., Savushik, M. P., Maurer, V. M. et al. 2022. Restoration of the Luhansk region's forests on burned area in climate change condition. Kyiv. (in Ukrainian).

Prihodko O. B.¹, Pasternak V. P.², Pyvovar T. S.², Yarotskyi V. Yu.³, Lialin O. I.²

FEATURES OF FOREST MENSURATION CHARACTERISTICS AND HEALTH CONDITION DYNAMICS IN PRYDONETSKY STEPPE OF UKRAINE: CLIMATE CHANGE CONTEXT

¹Lyman State Forest Enterprise

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

³Kremínski Lisy National Nature Park

The article describes peculiarities in the dynamics of the forest indicators for the 15-year period in the Northern Steppe of Ukraine with the Lyman State Forestry Enterprise, Donetsk region, as an example. The forest management inventory data and the Forest Fund database were used in the study. The dynamics of forest stand condition according to the forest monitoring data was traced. We analysed climatic indicators for the study region within the last 60 years. The forest stands of the enterprise are typical for the region: Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) (57.4% of the area) and English oak (*Quercus robur* L.) (17.8%) prevail. Over the past 15 years, the area of pine stands has slightly decreased, mainly due to sanitation felling in weakened and declining stands, while the area of deciduous species, and in particular shrubs, has increased. The monitoring data indicate a long-term trend toward the deterioration of pine forests. Climatic data show a tendency towards warming and aridization of habitat conditions.

Key words: monitoring, forest area, species composition, defoliation.

E-mail: pasternak65@ukr.net

Одержано редколегією 25.09.2022



М. Г. РУМЯНЦЕВ¹, О. В. КОБЕЦЬ¹, В. А. ЛУК'ЯНЕЦЬ¹, А. А. МОСТЕПАНЮК²
ДУБОВІ НАСАДЖЕННЯ ДП «ХАРКІВСЬКА ЛНДС»

ТА ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРИРОДНОГО ПОНОВЛЕННЯ В НИХ

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

²Державне підприємство «Харківська лісова науково-дослідна станція»

Проведено аналіз дубових лісів (розподіл за категоріями лісів, типами лісу, походженням та групами віку) і досліджено особливості їхнього природного відновлення на прикладі насаджень державного підприємства «Харківська лісова науково-дослідна станція». Надано характеристику сучасного стану дубових насаджень. Проаналізовано кількісний і якісний стан природного поновлення дуба звичайного та інших господарсько цінних порід під наметом природних дубових насаджень різного віку, складу й повноти в роки, що характеризувалися дуже слабким плодоношенням дуба (бал плодоношення 1 за шкалою Каппера). Наведено вікову та висотну характеристики підросту господарсько цінних порід, а також визначено рівномірність розміщення його на площі. Виявлено залежність загальної кількості підросту від віку дубових насаджень та їхньої повноти. Виявлені особливості розподілу підросту господарсько цінних порід за групами віку та висот. Характер його розміщення на площі доцільно враховувати під час відбору ділянок старовікових дубових насаджень із орієнтуванням на їхнє відновлення в майбутньому природним насінневим шляхом.

К л ю ч о в і с л о в а : дуб звичайний (*Quercus robur* L.), групи віку підросту, групи висот підросту, трапляння, господарсько цінні породи.

Вступ. Одним із важливих аспектів ведення господарства в дубових лісах є використання для їхнього відтворення природного поновлення дуба звичайного (*Quercus robur* L.) та інших господарсько цінних порід. Виявлення особливостей появи та подальшого успішного росту молодого покоління лісу, аналіз його кількісного та якісного стану дають змогу розробити відповідні заходи щодо відтворення високопродуктивних і біологічно-стійких природних дубових насаджень насінневим шляхом, прогнозувати їхній подальший розвиток і зберегти генетичний потенціал (Tkach et al. 2017). Значної актуальності ця проблема набуває під час зміни клімату (Vanhellemont et al. 2019), зокрема збільшення його сухості (Härkönen et al. 2019, Shannon et al. 2019).

Відомо (Tkach et al. 2014, 2017, 2019, Rumiantsev et al. 2018), що ступінь успішності природного відновлення дуба залежить від багатьох факторів: його частки в складі насаджень, віку та повноти материнського деревостану, інтенсивності плодоношення дуба, кількості тепла, вологи, світла, ступеня розвитку чагарникового та трав'яного ярусів тощо.

Незважаючи на доволі значну увагу до питання можливості природного відновлення дубових насаджень насінневим шляхом, воно й надалі залишається актуальним унаслідок поступового зменшення площі природних дубових лісів і майже повної відсутності природних дубових молодняків у лісовому фонді України. Ці обставини зумовили актуальність проведених досліджень, зокрема щодо виявлення особливостей появи та успішного подальшого росту природного поновлення дуба звичайного й інших господарсько цінних порід і використання його для лісовідновлення дубових лісів насінневим шляхом.

Мета досліджень – виявити залежність кількості природного поновлення господарсько цінних порід під наметом природних дубових насаджень від таксаційних показників материнських насаджень (складу, віку, повноти) для подальшого успішного відновлення стиглих і перестійних дубових лісів у південно-східній частині Лівобережного Лісостепу насінневим шляхом.

Матеріали й методи досліджень. Пробні площі (ПП) закладали відповідно до загальноприйнятих у лісівництві та лісовій таксації методик (Anuchin 1982, Hrom 2007). Розподіл площі та запасу дубових насаджень за лісівничо-таксаційними показниками оцінювали на основі аналізу матеріалів лісовпорядкування (станом на 01.01.2017) за допомогою відповідних комп'ютерних програм. Під час досліджень загалом проаналізовано

лісовий фонд ДП «Харківська ЛНДС», підпорядкованого Державному агентству лісових ресурсів України (понад 4,1 тис. виділів), зокрема понад 3,1 тис. виділів дубових насаджень.

Державне підприємство «Харківська лісова науково-дослідна станція» (ДП «Харківська ЛНДС») розташоване в південно-східній частині Лівобережного Лісостепу України, на півночі Харківської області. Клімат району розташування підприємства помірно-континентальний, відносно теплий і вологий (Ecological passport 2021).

Особливості формування підросту господарсько цінних порід вивчали впродовж 2020–2021 рр. під наметом мішаних дубових насаджень природного походження віком 80–145 років в умовах свіжої кленово-липової діброви. Насадження розподілили на три групи: віком 80–100 років (12 ПП), 101–120 років (12 ПП) і 121–150 років (8 ПП). Повнота насаджень першої та другої груп становила 0,6–0,9, а третьої – 0,5–0,8. Участь дуба у складі першого ярусу досліджуваних насаджень становила 8–9 одиниць.

Облік підросту проводили на кругових площадках (площею 10 м² кожна) за методикою УкрНДІЛГА (Pasternak 1990). На кожній пробній площі закладали по 30 облікових площадок. Загалом закладено 960 облікових площадок у межах 32 пробних площ. Благонадійний підріст господарсько цінних порід розподіляли за породами, групами віку та групами висот.

Ступінь успішності природного відновлення оцінювали за шкалою УкрНДІЛГА (Pasternak 1990). Під час оцінювання брали до уваги кількість підросту за групами віку та висотами, а також його трапляння – виражене у відсотках відношення кількості ділянок із його наявністю до загальної кількості облікових ділянок, закладених під наметом материнських насаджень. Виділено три категорії: підріст, рівномірно розміщений на площі (трапляння понад 65 %); підріст, нерівномірно розміщений на площі (трапляння – 40–65 %); підріст, розміщений на площі групами (в групах не менше ніж 10 дрібних або 5 середніх і великих благонадійних екземплярів поновлення).

Якщо наявний підріст належав до декількох груп за віком і висотою, його кількість за допомогою відповідних коефіцієнтів відносили до групи великого, віком 4–8 років. Для цього для дрібного підросту застосовували коефіцієнт 0,5, для середнього – 0,8. Для переведення 2–3-річного підросту до групи 4–8 років використовували коефіцієнт 0,7, для підросту віком 9 років і більше – коефіцієнт 1,6. Після відповідних розрахунків одержували кількість підросту в перерахунку на великий, 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»; якщо в діапазоні від 3,0 до 6,0 тис. шт.·га⁻¹ (трапляння 40–65 %) – «задовільне», а від 1,5 до 2,9 тис. шт.·га⁻¹ (трапляння 20–39 %) – «недостатнє»; менше ніж 1,4 тис. шт.·га⁻¹ (трапляння менше за 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 дубових насаджень у 2020–2021 рр. здійснювали окомірно в балах за шкалою В. Г. Каппера (за Pasternak 1990). Дані щодо успішності плодоношення дубових насаджень впродовж 2015–2019 рр. наведено за результатами спостережень науковців лабораторії селекції УкрНДІЛГА, на які зроблено відповідні посилання в тексті статті.

Результати та обговорення. Аналіз матеріалів лісовпорядкування (станом на 01.01.2017) свідчить, що видовий склад лісів ДП «Харківська ЛНДС» є доволі різноманітним. Загалом у складі досліджуваних лісів (19,7 тис. га) трапляються 33 види

деревних і чагарникових порід, проте найпоширенішими є дубові насадження, частка яких становить 89 % від загальної площі. Частка соснових насаджень становить 6 %, а насаджень за участі інших порід – близько 5 % від загальної площі.

Серед досліджуваних дубових насаджень за функціональним призначенням за площею та запасом переважають рекреаційно-оздоровчі ліси (табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл площі та запасу дубових насаджень ДП «Харківська ЛНДС» за категоріями лісів

Категорія лісів	Площа		Запас		
	га	%	тис. м ³	%	на 1 га, м ³
Ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення	15	0,1	4,7	0,1	318
Рекреаційно-оздоровчі ліси	17 527	99,9	3 985,8	99,9	227
Разом	17 542	100	3 990,5	100	227

Дубові насадження ДП «Харківська ЛНДС» представлені в семи типах лісу, а найбільша їхня частка зосереджена в умовах свіжої кленово-липової діброви (76 % від загальної площі дубових лісів) та в умовах сухої кленово-липової діброви (23 %) (табл. 2). Розподіл загального запасу дубових насаджень за типами лісу є подібним до розподілу за площею.

Таблиця 2

Розподіл площі та запасу дубових насаджень ДП «Харківська ЛНДС» за типами лісу

Типи лісу	Індекс типів лісу	Площа		Запас	
		га	%	тис. м ³	%
Суха кленово-липова діброва	D ₁ -клД	4 033	23	788,4	20
Свіжа кленово-липова діброва	D ₂ -клД	13 332	76	3 159,0	79
Волога кленово-липова діброва	D ₃ -клД	2	< 0,1	0,5	< 0,1
Волога ясеневі-липова діброва	D ₃ -яслД	8	< 0,1	2,4	< 0,1
Свіжа кленово-липова судіброва	C ₂ -клД	153	1	37,5	1
Свіжий липово-дубово-сосновий сугруд	C ₂ -лдС	8	< 0,1	1,3	< 0,1
Волога кленово-липова судіброва	C ₃ -клД	6	< 0,1	1,4	< 0,1
Разом		17 542	100	3 990,5	100

Серед дубових лісів ДП «Харківська ЛНДС» суттєво переважають насадження порослевого походження, частка яких сягає 79 % за площею та 81 % за запасом. Частка дубняків штучного походження за площею становить 20 % і за запасом – 18 % від загальної площі дубових лісів (табл. 3). Дубові насадження насінневого природного походження ростуть на незначній площі, тому під час подальших розрахунків вони були об'єднані із групою порослевих дубових насаджень. Цей розподіл необхідно змінювати в напрямку збільшення площ лісів природного насінневого походження, які є стійкішими, довговічнішими та продуктивнішими, ніж штучно створені насадження та порослеві дубняки (Rumiantsev et al. 2018, Tkach et al. 2017, 2019).

Таблиця 3

Розподіл площі та запасу дубових насаджень ДП «Харківська ЛНДС» за походженням

Походження дубових насаджень	Площа		Запас		
	га	%	тис. м ³	%	на 1 га, м ³
Порослеве	13 848	79	3 240,3	81	234
Насіннєве природне	133	1	32,2	1	244
Насіннєве штучне	3 561	20	718,0	18	202
Разом	17 542	100	3 990,5	100	227

Вікова структура дубових насаджень підприємства є вкрай розбалансованою, із суттєвим переважанням середньовікових насаджень, частка площі яких сягає 80 % у насадженнях природного походження та 89 % – у насадженнях штучного походження (рис. 1).

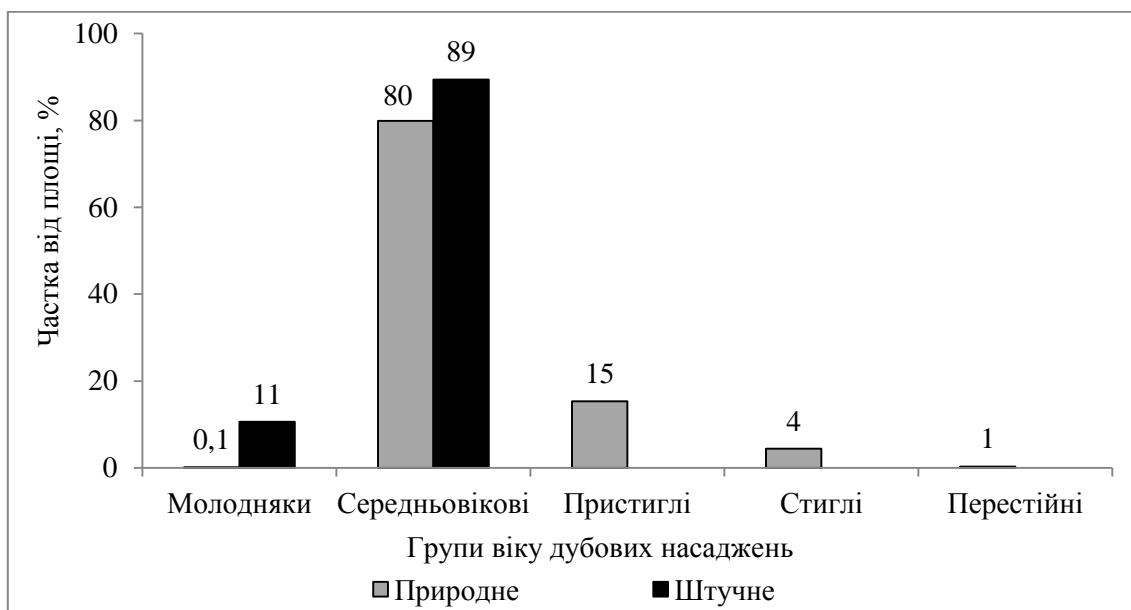


Рис. 1 – Розподіл площі дубових насаджень ДП «Харківська ЛНДС» за групами віку залежно від походження

Серед природних дубняків частка молодняків становить лише 0,1 %, пристиглих насаджень – 15 %. Частка дубових молодняків штучного походження є дещо вищою та становить 11 %. Це пов'язане з особливостями ведення лісового господарства в дубових лісах регіону (Tkach et al. 2013), зокрема зі значними обсягами суцільних рубок деревостанів, починаючи з кінця 40–50-х рр. ХХ ст., коли в країні виникла потреба у деревині, а також, відповідно, з великими площами, які одразу заліснювали.

Інтенсивність і періодичність плодоношення дуба, а відповідно, й наступний врожай жолудів, є визначальними чинниками, що впливають на успішність процесу природного відновлення дубових насаджень (Gvozdyak et al. 1993, Dey 1995, Healy et al. 1999, Matić et al. 1999, Dobrovolný et al. 2017). Успішне природне відновлення дубових насаджень відбувається лише в насінневі роки з достатньою кількістю жолудів (Krynyskyu et al. 2006, Didenko 2008a, 2008b, Martiník et al. 2014, Tkach et al. 2014, 2017, Rumiantsev et al. 2018).

Відомо (Majboroda 2010, Gradečki-Poštenjak et al. 2011, Prévosto et al. 2015, Tkach et al. 2015), що дуб належить до деревних видів, що мають важке насіння та плодоносять не щорічно. Йому притаманна періодичність плодоношення (чергування врожайних і неврожайних років), яка за даними окремих авторів становить в середньому п'ять років.

Досліджувані роки (2020 і 2021 рр.) у регіоні характеризувалися дуже низьким плодоношенням дуба (1 бал за шкалою В. Каппера). До цього за період 2007–2015 рр. науковцями лабораторії селекції УкрНДЛГА відзначено роки із дуже слабким або слабким плодоношенням клонів дуба (0–1 бал) – 2007, 2009, 2011, 2012 і 2014 рр., середнім плодоношенням клонів дуба (3 бали) – 2008 р. та добрим плодоношенням клонів дуба (5 балів) – 2010, 2013 і 2015 рр., а найбільший врожай було зафіксовано у 2013 р. (Tkach et al. 2015). Можемо констатувати, що врожайні роки для дуба в цей період повторювалися раз на три-чотири роки без певної періодичності.

Результати досліджень науковців лабораторії селекції УкрНДЛГА впродовж 2015–2019 рр. свідчать, що дуб на клоново-насінній плантації № 3 селекційно-насінницького комплексу Південного лісництва ДП «Харківська ЛНДС» характеризувався слабким і дуже слабким плодоношенням. Бал плодоношення коливався від 0 (у 2016 р.) до 1,9 (у 2017 р.) (To develop scientific approaches 2019). Також відзначено дуже слабке плодоношення дуба (1 бал) у 2020 та 2021 рр. Отже, на момент проведення досліджень (2020–2021 рр.) упродовж останніх шести років насінневих років для дуба не виявлено. Це значною мірою вплинуло на кількість природного поновлення дуба під наметом досліджуваних насаджень (табл. 4).

**Таксаційна характеристика природних дубових насаджень ДП «Харківська ЛНДС»,
що ростуть в умовах свіжої кленово-липової діброви, і кількість попереднього поновлення в них**

ПП	Лісництво	Кв.- вид.	Характеристика материнського насадження				Поновлення		
			Склад	Вік, років	Повнота	Запас, м ³ ·га ⁻¹	Кіль- кість, тис. шт.·га ⁻¹	Склад, %	
Насадження віком 80–100 років									
26	Липецьке	31-22	8Дз1Клп1Лпд	85	0,6	210	10,3	47Клп33Клг14Взш4Дз2Лпд	
28	Липецьке	32-6	9Дз1Клг	90		190	9,9	46Клг34Клп14Взш6Дз	
38	Південне	80-1	9Дз1Клп	85		205	11,3	36Клп27Клг18Яз15Взш4Дз	
27	Липецьке	32-3	9Дз1Клп	85	0,7	260	14,6	49Клп41Клг8Дз2Взш	
31	Липецьке	33-9	9Дз1Клп	100		245	16,1	42Клп40Клг9Дз7Взш2Лпд	
39	Південне	81-1	8Дз1Лпд1Клг	90	0,8	230	15,4	45Клг20Клп17Яз9Дз5Лпд4Взш	
29	Липецьке	33-3	8Дз1Клг1Лпд	92		270	9,8	48Клп35Клг10Взш5Дз2Лпд	
46	Дергачівське	210-6	8Дз2Яз+Клп	95		300	11,3	46Клп29Яз17Клг4Дз4Взш	
49	Дергачівське	213-3	8Дз1Яз1Лпд	95	0,9	310	8,7	46Клп29Клг20Яз2Лпд2Взш1Дз	
30	Липецьке	33-5	8Дз1Яз1Клг	95		310	4,7	43Клг26Клп19Яз10Взш2Дз	
44	Південне	112-6	9Дз1Лпд	80	0,9	280	4,0	55Клг40Клп3Дз2Лпд	
50	Дергачівське	214-4	8Дз1Лпд1Яз	95		325	3,5	48Клг34Яз9Клп6Лпд3Дз	
Насадження віком 101–120 років									
35	Липецьке	36-1	9Дз1Клп+Лпд+Яз	105	0,6	210	12,7	55Клп19Клг8Яз7Лпд6Взш5Дз	
41	Південне	103-4	9Дз1Клг	115		260	11,9	63Клг27Клп8Дз2Взш	
47	Дергачівське	211-2	8Дз2Яз	102		270	14,5	52Яз23Клп13Клг8Взш4Дз	
34	Липецьке	35-2	8Дз1Клг1Яз	115	0,7	260	15,6	32Клг28Яз26Клп8Дз6Взш	
40	Південне	83-9	9Дз1Клп+Яз	105		240	18,3	53Клп19Яз14Клг10Дз4Взш	
48	Дергачівське	213-2	8Дз1Лпд1Яз	110	0,8	290	17,9	30Клп27Яз22Клг9Дз8Взш4Лпд	
36	Липецьке	37-9	8Дз2Клг	103		290	10,2	42Клп38Клг12Взш5Дз3Лпд	
45	Дергачівське	209-1	9Дз1Яз	105		320	9,9	42Яз40Клг10Клп6Дз2Взш	
54	Дергачівське	325-5	8Дз1Лпд1Яз+Клг	108	0,9	335	12,4	31Клп30Яз17Клг11Взш6Дз4Лпд	
37	Липецьке	38-6	9Дз1Клп	105		330	6,1	28Клг28Яз23Клп19Взш2Дз	
51	Дергачівське	219-1	8Дз1Яз1Лпд+Клп	110	0,9	350	6,5	42Клг30Яз14Клп9Лпд5Дз	
52	Дергачівське	230-2	8Дз2Лпд+Яз	120		355	6,6	38Клп24Клг20Лпд15Яз3Дз	
Насадження віком 121–150 років									
43	Південне	106-3	9Дз1Клг	135	0,5	230	19,6	38Клп36Клг9Яз9Дз5Взш3Лпд	
55	Дергачівське	326-12	8Дз2Лпд+Яз	122		240	20,3	33Яз27Клп23Клг8Дз6Лпд4Взш	
33	Липецьке	34-5	9Дз1Клг+Яз	145	0,6	270	22,3	46Клг22Яз10Клп10Взш9Дз4Лпд	
53	Дергачівське	255-1	8Дз2Яз+Лпд+Клг	133		275	26,4	36Клг30Яз15Клп8Взш6Дз5Лпд	
32	Липецьке	34-3	9Дз1Клг	145	0,7	320	17,8	38Клг25Яз17Клп11Взш7Дз2Лпд	
56	Дергачівське	10-9	9Дз1Клг+Лпд	122		300	16,6	45Клг24Яз21Клп6Дз4Лпд	
42	Південне	105-1	8Дз1Лпд1Клг	125	0,8	325	15,3	42Клг30Клп19Яз5Лпд4Дз	
57	Липецьке	4-1	8Дз1Клг1Лпд	122		320	14,5	41Клг26Клп12Взш9Лпд7Яз5Дз	

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.).

Результати проведених досліджень свідчать, що найбільшу кількість поновлення виявлено в дубняках віком 121–150 років – до 26,4 тис. шт.·га⁻¹, зокрема дуба – до 1,9 тис. шт.·га⁻¹. Меншою є кількість підросту в дубняках віком 101–120 років (до 18,3 тис. шт.·га⁻¹, зокрема дуба – до 1,8 тис. шт.·га⁻¹), а найменшою (до 16,1 тис. шт.·га⁻¹, зокрема дуба – до 1,5 тис. шт.·га⁻¹) – в дубняках віком 80–100 років (табл. 5).

Кількість (тис. шт.·га⁻¹) благонадійного підросту господарсько цінних порід під наметом досліджуваних природних дубових насаджень

Статистичний показник	Господарсько цінна порода в складі поновлення					
	Дз	Яз	Клг	Клп	Лпд	Взш
Насадження віком 80–100 років						
Мінімальне значення (min)	0,1	0,9	1,7	0,3	0,1	0,2
Максимальне значення (max)	1,5	3,3	7,0	7,2	0,8	1,8
Середнє значення (average)	0,6	2,0	3,3	3,9	0,3	0,8
Стандартна похибка (stand. error)	0,52	0,89	1,88	2,11	0,23	0,57
Коефіцієнт варіації, % (cv)	91	46	51	55	82	65
Насадження віком 101–120 років						
Мінімальне значення (min)	0,1	1,0	1,6	0,9	0,3	0,2
Максимальне значення (max)	1,8	7,5	7,5	9,7	1,3	1,4
Середнє значення (average)	0,8	3,4	3,7	4,0	0,7	0,9
Стандартна похибка (stand. error)	0,55	2,02	1,70	2,57	0,35	0,43
Коефіцієнт варіації, % (cv)	71	60	52	66	49	47
Насадження віком 121–150 років						
Мінімальне значення (min)	0,6	1,0	4,6	2,2	0,4	0,8
Максимальне значення (max)	1,9	7,8	10,2	7,4	1,3	2,2
Середнє значення (average)	1,3	4,2	7,3	4,2	0,9	1,7
Стандартна похибка (stand. error)	0,48	2,30	1,84	1,62	0,35	0,59
Коефіцієнт варіації, % (cv)	37	55	25	38	39	36

Примітка. Взш – в'яз шорсткий, Дз – дуб звичайний, Клг – клен гостролистий, Клп – клен польовий, Лпд – липа дрібнолиста, Яз – ясен звичайний.

Під наметом досліджуваних дубових насаджень різних віку, складу та повноти у складі природного поновлення загалом обліковано шість деревних порід: дуб звичайний, ясен звичайний, клени гостролистий і польовий, липа дрібнолиста та в'яз шорсткий.

Дуб звичайний, клени гостролистий і польовий обліковано під наметом усіх досліджуваних насаджень, в'яз шорсткий траплявся під наметом 26 із 32 досліджуваних насаджень (81 %), ясен звичайний – під наметом 24 насаджень (75 %), а липа дрібнолиста – під наметом 21 насадження (65 %).

Кількість природного поновлення дуба становила 0,1–1,9 тис. шт.·га⁻¹, а участь у складі поновлення – 1–10 % від загальної кількості; ясена – 0,9–7,8 тис. шт.·га⁻¹ (частка – 7–52 %); клена гостролистого – 1,6–10,2 тис. шт.·га⁻¹ (частка – 13–63 %); клена польового – 0,3–9,7 тис. шт.·га⁻¹ (частка – 9–55 %); липи дрібнолистої – 0,1–1,3 тис. шт.·га⁻¹ (частка – 2–20 %); в'яза шорсткого – 0,2–2,2 тис. шт.·га⁻¹ (частка – 2–19 %) (див. табл. 4, 5). Найбільшу кількість поновлення дуба обліковано у «вікнах», утворених у наметі материнських насаджень, а ясена – під наметом насаджень, де участь ясена в складі становила 1–2 одиниці, дещо меншу кількість – у насадженнях із участю ясена до 1 одиниці.

Виявлено, що у міру збільшення віку насаджень кількість поновлення всіх порід також збільшувалася. Так, під наметом насаджень віком 121–150 років у середньому кількість поновлення дуба була більшою на 54 % у порівнянні з насадженнями віком 80–100 років і на 38 % у порівнянні з насадженнями 101–120 років; ясена – на 52 і 19 %; клена гостролистого – на 55 і 49 %; клена польового – на 7 і 5 %; липи – на 67 і 22 % та в'яза – на 53 і 47 % відповідно.

Рівень мінливості кількості благонадійного підросту всіх деревних порід під наметом природних дубових насаджень віком 80–100 років та 101–120 років за шкалою С. О. Мамаєва (Мамаєв 1972) характеризувався як дуже високий (cv = 46–91 %), а віком 121–150 років для клена гостролистого – як підвищений (cv = 25 %), для дуба звичайного, клена польового, липи дрібнолистої та в'яза шорсткого – як високий (cv = 36–39 %) і для ясена звичайного – як дуже високий (cv = 55 %).

Природне поновлення дуба звичайного під наметом досліджуваних дубових насаджень представлено переважно сходами (рослини до 1 року життя) та 2–3-річним підростом, частка яких становила 53–100 % та 6–47 % від загальної кількості відповідно. Частка підросту віком 4–8 років була незначною (2–5 %). Поновлення дуба було приурочене переважно до «вікон» у наметі материнських насаджень.

Природне поновлення ясена звичайного, кленів гостролистого й польового, липи дрібнолистої та в'яза шорсткого репрезентоване всіма віковими групами. Серед поновлення ясена, кленів гостролистого й польового та в'яза шорсткого найбільшу частку від загальної кількості поновлення становив 2–3- та 4–8-річний підріст, а серед поновлення липи – 4–8-річний і підріст старшого віку (табл. 6).

Таблиця 6

Вікова структура природного поновлення господарсько цінних порід та його трапляння під наметом досліджуваних природних дубових насаджень

Господарсько цінна порода	Кількість поновлення, тис. шт.·га ⁻¹ (min–max/average*)	Варіювання кількості поновлення за групами віку, тис. шт.·га ⁻¹				Трапляння, % (min–max/average*)
		≤ 1 рік	2–3 роки	4–8 років	≥ 9 років	
Насадження віком 80–100 років						
Дз	0,1–1,5/0,6	0,1–1,2	0,1–0,5	–	–	12–57/29
Яз	0,9–3,3/2,0	0,2–1,7	0,3–1,1	0,1–1,3	≤ 0,1	42–81/69
Клг	1,7–7,0/3,3	0,5–3,7	0,5–3,3	0,2–2,5	0,2–0,5	60–100/85
Клп	0,3–7,2/3,9	0,1–2,1	0,4–3,8	0,2–4,2	0,1–2,7	45–96/85
Лпд	0,1–0,8/0,3	0,1	–	0,1–0,3	0,1–0,5	9–24/18
Взш	0,2–1,8/0,8	≤ 0,1	0,1–0,9	0,1–1,2	0,1–0,5	21–54/36
Насадження віком 101–120 років						
Дз	0,1–1,8/0,8	0,1–1,3	0,1–0,6	–	–	12–48/33
Яз	1,0–7,5/3,4	0,3–1,5	0,4–2,9	0,1–4,3	0,1–1,2	39–100/68
Клг	1,6–7,5/3,7	0,6–3,1	0,1–1,8	0,1–1,5	0,1–2,1	63–100/76
Клп	0,9–9,7/4,0	0,1–1,6	0,2–4,0	0,1–3,4	0,2–1,9	42–100/78
Лпд	0,3–1,3/0,7	0,1	0,1–0,4	0,2–0,7	0,1–0,4	18–42/27
Взш	0,2–1,4/0,9	–	0,1–0,7	0,2–0,9	0,1–0,5	18–60/41
Насадження віком 121–150 років						
Дз	0,6–1,9/1,3	0,6–1,5	0,1–0,3	0,1–0,2	–	27–51/37
Яз	1,0–7,8/4,2	0,7–3,5	0,3–3,5	0,2–1,3	0,6–1,3	57–87/72
Клг	4,6–10,2/7,3	0,6–4,2	0,7–4,2	0,1–4,5	0,2–3,2	60–100/90
Клп	2,2–7,4/4,2	0,2–1,1	0,5–4,8	0,7–2,9	0,4–2,0	57–100/74
Лпд	0,4–1,3/0,9	0,1	0,2–0,6	0,3–0,8	0,1–0,5	18–42/32
Взш	0,8–2,2/1,7	–	0,2–1,4	0,3–2,0	0,2–0,6	36–54/46

Примітка. Взш – в'яз шорсткий, Дз – дуб звичайний, Клг – клен гостролистий, Клп – клен польовий, Лпд – липа дрібнолиста, Яз – ясен звичайний; * – середнє значення кількості поновлення, тис. шт.·га⁻¹.

Підріст дуба звичайного та липи дрібнолистої під наметом досліджуваних насаджень характеризувався груповим розміщенням на площі (трапляння – 20–39 %), в'яза шорсткого – груповим (під наметом насаджень віком 80–100 років) та нерівномірним розміщенням (трапляння – 40–65 %) під наметом насаджень віком 101–150 років, а ясена звичайного, кленів гостролистого і польового – рівномірним розміщенням (трапляння – понад 65 %). За показником трапляння можна прогнозувати подальшу участь порід у складі майбутніх насаджень.

За висотою дуб звичайний у складі поновлення під наметом досліджуваних дубових насаджень представлений лише дрібним (заввишки до 0,5 м) і середнім (заввишки 0,6–1,5 м) підростом, частка яких становила 84–100 % та 13–16 % від загальної кількості відповідно. Решта порід у складі поновлення представлена рослинами всіх груп: дрібним, середнім і великим (заввишки 1,6 м і більше) підростом (табл. 7).

Розподіл природного поновлення господарсько цінних порід за групами висот під наметом досліджуваних природних дубових насаджень

Господарсько цінна порода	Кількість поновлення, тис. шт.·га ⁻¹ (min–max/average*)	Кількість поновлення за групами висот, тис. шт.·га ⁻¹		
		≤ 0,5 м	0,6–1,5 м	≥ 1,6 м
Насадження віком 80–100 років				
Дз	0,1–1,5/0,6	0,1–1,2	0,1–0,5	–
Яз	0,9–3,3/2,0	0,9–2,7	0,1–0,6	0,1–0,2
Клг	1,7–7,0/3,3	1,4–4,3	0,1–2,5	0,1–1,5
Клп	0,3–7,2/3,9	0,2–4,4	0,1–2,6	0,2–2,9
Лпд	0,1–0,8/0,3	–	≤ 0,1	0,1–0,8
Взш	0,2–1,8/0,8	0,4–0,8	0,1–0,6	0,1–0,8
Насадження віком 101–120 років				
Дз	0,1–1,8/0,8	0,1–1,7	0,2–0,3	–
Яз	1,0–7,5/3,4	0,6–5,0	0,2–2,6	0,1–1,9
Клг	1,6–7,5/3,7	1,1–3,9	0,1–2,2	0,1–3,2
Клп	0,9–9,7/4,0	0,3–8,0	0,1–3,6	0,1–3,0
Лпд	0,3–1,3/0,7	0,1–0,3	0,4–0,7	0,3–0,7
Взш	0,2–1,4/0,9	0,1–0,6	0,2–0,9	0,1–1,0
Насадження віком 121–150 років				
Дз	0,6–1,9/1,3	0,6–1,9	–	–
Яз	1,0–7,8/4,2	0,9–7,0	0,2–1,3	0,1–1,5
Клг	4,6–10,2/7,3	2,9–6,0	0,3–2,4	0,2–5,9
Клп	2,2–7,4/4,2	1,3–4,8	0,3–2,0	0,4–2,2
Лпд	0,4–1,3/0,9	0,3–0,4	0,1–0,4	0,4–1,0
Взш	0,8–2,2/1,7	0,5–1,3	0,2–1,8	0,2–0,9

Примітка. Взш – в'яз шорсткий, Дз – дуб звичайний, Клг – клен гостролистий, Клп – клен польовий, Лпд – липа дрібнолиста, Яз – ясен звичайний; * – середнє значення кількості поновлення, тис. шт.·га⁻¹.

Помічено, що у міру збільшення віку насаджень збільшувалася й частка підросту старшого віку та більшої висоти. Це свідчить про формування під наметом старовікових насаджень сприятливих умов не лише для появи сходів господарсько цінних порід, але й для їхнього подальшого успішного росту. У віці 121–150 років намет материнських дубових насаджень переважно є розрідженим. Це забезпечує краще освітлення крон і доступ до них більшої кількості тепла та, відповідно, сприяє збільшенню інтенсивності плодоношення й природному насінневному відновленню дуба.

За успішністю відновлення за шкалою УкрНДЛГА (Pasternak 1990) на всіх досліджуваних ділянках характеризувалося як «погане» (кількість благонадійного підросту дуба (головної лісоутворювальної породи) в перерахуванні до категорії «великий 4–8-річний підріст» не перевищувала 1,4 тис. шт.·га⁻¹). Про незначну кількість підросту дуба звичайного (до 1 тис. шт.·га⁻¹) під наметом дубових насаджень у Сумській області свідчать результати попередніх досліджень (Bondar et al. 2020), а також у Харківській області – результати досліджень М. М. Ведмідя та ін. (Vedmid et al. 2008). Дослідники це пов'язували зі слабким плодоношенням дуба в попередні роки. Натомість достатню кількість підросту господарсько цінних порід (до 70 тис. шт.·га⁻¹), зокрема дуба та ясена (до 40 тис. шт.·га⁻¹), виявлено під наметом дубових насаджень різних віку, складу та повноти, що ростуть в умовах свіжої кленово-липової діброви Лівобережного Лісостепу (Харківська та Сумська області), після років із добрим плодоношенням дуба (Didenko 2008a, Didenko 2008b, Tkach et al. 2014, Chygrynets et al. 2016, Tkach et al. 2019, Tkach et al. 2020). При цьому найбільшу кількість підросту дуба та ясена обліковано під наметом старовікових насаджень повнотою 0,6–0,7 із участю дуба в складі не менше 7 одиниць, а ясена – 2–3 одиниць (Tkach et al. 2014). Презентовані результати досліджень також свідчать про значно більшу кількість підросту дуба та ясена під наметом дубових насаджень старшого віку з повнотою 0,6–0,7. Водночас

те, що за успішністю природне відновлення характеризувалося як «погане», пов'язане з дуже слабким і слабким плодоношенням дуба впродовж останніх шести років.

Як свідчать результати досліджень М. М. Діденка (Didenko 2008a), після року з добрим плодоношенням дуба (5 балів за шкалою Каппера) під наметом дубових насаджень (з участю дуба у складі 8–9 одиниць) в умовах свіжої кленово-липової діброви ДП «Скрипаївське НДЛГ» Харківської області (південно-східна частина Лівобережного Лісостепу) може утворитися близько 130 тис. шт.·га⁻¹ сходів дуба, а в умовах свіжої кленово-липової діброви ДП «Тростянецьке ЛГ» Сумської області (центральна частина Лівобережного Лісостепу) – близько 70 тис. шт.·га⁻¹ (Chygrynets et al. 2016). Цієї кількості цілком достатньо для забезпечення успішного відновлення цінних дубових лісів Лівобережного Лісостепу природним насінним шляхом після проведення суцільних рубок.

Найбільшу кількість поновлення обліковано під наметом дубових насаджень віком 80–100 років і 101–120 років з повнотою 0,7 (рис. 2, а, б) та під наметом дубових насаджень віком 121–150 років з повнотою 0,6 (рис. 2, в).

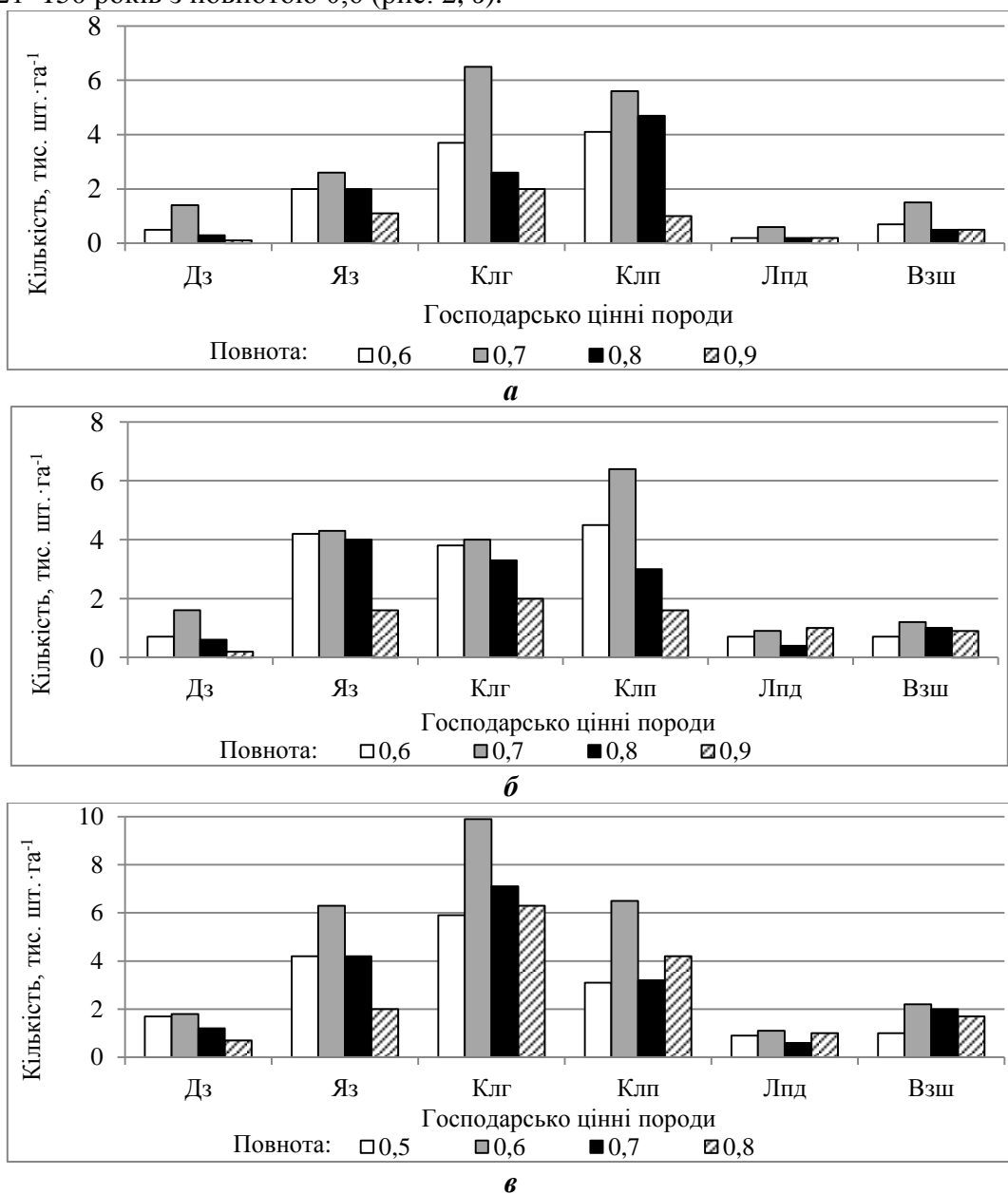


Рис. 2 – Залежність кількості поновлення господарсько цінних порід від повноти досліджуваних 80–100-річних (а), 101–120-річних (б) і 121–150-річних (в) дубових насаджень

Установлено, що зі збільшенням або зменшенням повноти насаджень, на відміну від зазначеної (оптимальної) (0,6–0,7), кількість підросту зменшувалася. Цю особливість необхідно враховувати під час відбору ділянок старовікових дубових насаджень із орієнтуванням на їхнє відновлення в майбутньому природним насінневим шляхом.

Висновки. Під наметом природних дубових насаджень у свіжій кленово-липовій діброві найбільш активно процеси природного відновлення господарсько цінних порід відбуваються в насадженнях старшого віку, зокрема в перестиглих. У таких насадженнях сформувалися кращі умови для відновлення головних порід: намет материнського деревостану є розрідженим, що сприяє потраплянню достатньої кількості світла й тепла. Кількість підросту господарсько цінних порід в них сягала 26,4 тис. шт.·га⁻¹, зокрема дуба – до 1,9 тис. шт.·га⁻¹.

Незначна частка дуба у складі попереднього поновлення, який представлений переважно сходами та незначною часткою дрібного 2–3-річного підросту, зумовлена дуже слабким плодоношенням дуба в 2016–2021 рр. За успішністю відновлення за шкалою УкрНДЛГА на всіх досліджуваних ділянках характеризувалося як «погане».

Підріст дуба звичайного та липи дрібнолистої під наметом досліджуваних насаджень характеризується груповим розміщенням на площі, в'яза шорсткого – нерівномірним, а ясена звичайного, кленів гостролистого й польового – рівномірним розміщенням.

Найбільшу кількість поновлення обліковано під наметом дубових насаджень віком 80–100 років і 101–120 років з повнотою 0,7 та під наметом дубових насаджень віком 121–150 років з повнотою 0,6. У міру збільшення або зменшення повноти насаджень кількість підросту зменшується.

Визначені особливості розподілу за віком і висотою підросту дуба звичайного та інших господарсько цінних порід, характер його розміщення на площі доцільно враховувати під час відбору ділянок старовікових дубових насаджень із орієнтуванням на їхнє відновлення в майбутньому природним насінневим шляхом. У таких насадженнях доцільно ширше запроваджувати господарські заходи, спрямовані на їхнє відновлення природним шляхом, враховуючи при цьому періодичність плодоношення дуба.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Anuchin, N. P. 1982. Forest Mensuration. Moscow, Lesnaya Promyshlennost, 552 p. (in Russian).
- Bondar, O. B., Rumiantsev, M. H., Kobets, O. V., Sydorenko, S. V., Yushchuk, V. S. 2020. Current state of oak stands in the tributaries of the river Vorskla within Sumy region and some features of their natural regeneration. Scientific Bulletin of UNFU, 30(4): 19–24. (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36930/40300403>
- 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>
- Dey, D. C. 1995. Acorn production in red oak. [Electronic resource]. Forest Research Information Paper, 127: 1–29. Available at: https://www.nrs.fs.fed.us/pubs/jrnl/1995/nc_1995_Dey_001.pdf (accessed 17.08.2022).
- Didenko, M. M. 2008a. Features of advance regeneration of oak forests in fresh maplelime oak forest. The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series: Soil Science, Agricultural Chemistry, Agriculture, Forestry, and Soil Ecology, 4: 112–114 (in Ukrainian).
- Didenko, M. M. 2008b. Natural regeneration of *Quercus robur* L. under crowns of shelterwood. Forestry and Forest Melioration, 113: 186–190 (in Ukrainian).
- Dobrovólný, 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>
- Ecological passport of Kharkiv region. 2021. [Electronic resource]. Kharkiv Regional State Administration, 155. Available at: https://kharkivoda.gov.ua/content/documents/1110/110928/Attaches/ekologichnyy_pasport_harkivskoyi_oblasti_za_2020rik.pdf?sv (accessed 17.08.2022).
- Gradečki-Poštenjak, M., Novak, A.S., Licht, R., Posarić, D. 2011. Dynamics of acorn production and quality of english oak acorn (*Quercus robur* L.) in disrupted ecological conditions. Šumarski list, 135(13): 169–181 (in Croatian).
- Gvozdyak, R. I., Gordienko, M. I., Goychuk, A. F. 1993. Pedunculate oak in Ukraine. Kyiv, Naukova Dumka, 224 p. (in Russian).

Härkönen, S., Neumann, M., Mues, V., Berninger, F., Bronisz, K., Cardellini, G., Chirici, G., Hasenauer, H., Koehl, M., Lang, M., Merganicova, K., Mohren, F., Moiseyev, A., Moreno, A., Mura, M., Muys, B., Olschofsky, K., Del Perugia, B., Rørstad, P. K., Solberg, B., Thivolle-Cazat, A., Trotsiuk, V., Mäkelä, A. 2019. A climate-sensitive forest model for assessing impacts of forest management in Europe. *Environmental Modelling & Software*, 115: 128–143. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.02.009>

Healy, W. M., Lewis, A. M., Boose, E. F. 1999. Variation of red oak acorn production. *Forest Ecology and Management*, 116: 1–11. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(98\)00460-5](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00460-5)

Hrom, M. M. 2007. Forest inventory. Lviv, RVV NLTU, 416 p. (in Ukrainian).

Krynytskyi, H. T., Kramarets, V. O., Kopyi, S. L. 2006. The oak bear fruits peculiarity in old plantation of Western Ukraine. *Forestry, forestry, paper and woodworking industries*, 32: 333–338 (in Ukrainian).

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).

Martinik, 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>

Matić, S., Oršanić, M., Baričević, D. 1999. Natural regeneration of pedunculate oak in floodplain forests of Croatia. *Ekologia*, 18(1): 111–119.

Pasternak, P. S. (Ed). 1990. Reference book of forester. Kyiv, Urozhay, 296 p. (in Russian).

Prévosto, B., Reque, J., Ripert, C., Gavinet, J., Estève, R., Lopez, J.M., Guerra, F. 2015. Semer les chênes méditerranéens (*Q. ilex*, *Q. pubescens*): pourquoi, comment et avec quelle réussite? *Forêt Méditerranéenne*, 36(1): 3–16.

Rumiantsev, M., Luk'yanets, V., Musienko, S., Mostepan iuk, 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>

Shannon, P. D., Swanston, C. W., Janowiak, M. K., Handler, S. D., Schmitt, K. M., Brandt, L. A., Butler-Leopold, P. R., Ontl, T. 2019. Adaptation strategies and approaches for forested watersheds. *Climate Services*, 13: 51–64. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2019.01.005>

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., Buksha, I. Ph., Vedmid, M. M. 2013. Modern problems of forestry development of Kharkiv region. *Forestry and Forest Melioration*, 122: 3–11 (in Ukrainian).

Tkach, V. P., Luk'yanets, V. A., Rumiantsev, M. H. 2014. Advance regeneration of tree species in fresh maple-lime oak forest of the Left-Bank Forest-Steppe. *Forestry and Forest Melioration*, 124: 47–54 (in Ukrainian).

Tkach, V. P., Rumyantsev, M. H., Chygrynets, V. P., Luk'yanets, V. A., Kobets, O. V. 2015. Features of natural seed regeneration in fresh maple-lime 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., Lunachevskiy, L. S., Chyhrynets, V. P., Samodai, V. P. 2017. Oak forest stands in the north-east of Ukraine and features of their natural regeneration [Electronic resource]. *Forestry and Forest Melioration*, 130: 77–85 (in Ukrainian). Available at: <https://forestry-forestmelioration.org.ua/index.php/journal/article/view/85/72> (accessed 17.08.2022).

To develop scientific approaches to obtaining, propagating and studying promising forms and varieties of forest wood species to create plantations for different purposes. Report on research work on the topic 13 (final). 2019. Los, S. A. (Ed.). Kharkiv, URIFFM, 393 p. (in Ukrainian).

Vanhellemont, M., Sousa-Silva, R., Maes, S. L., Van den Bulcke, J., Hertzog, L., De Groote, S. R. E., Van Acker, J., Bonte, D., Martel, A., Lens, L., Verheyen, K. 2019. Distinct growth responses to drought for oak and beech in temperate mixed forests. *Science of The Total Environment*, 650(2): 3017–3026. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.054>

Vedmid, M. M., Zhezhkun, A. M., Poznyakova, S. I., Luk'yanets, V. A. 2008. Previous renewal in forest stands of fresh oak groves in the Left-bank Ukraine. *Forestry and Forest Melioration*, 112: 48–56 (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.¹, Kobets O. V.¹, Luk'yanets V. A.¹, Mostepanyuk A. A.²

OAK STANDS IN THE KHARKIV FOREST RESEARCH STATION AND FEATURES OF THEIR NATURAL REGENERATION

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

²State Enterprise 'Kharkiv Forest Research Station'

The English oak forests, namely their distribution by forest categories, forest types, origin, and age groups, were analysed to find out the features of the oak natural regeneration. The authors conducted a case study on the State Enterprise 'Kharkiv Forest Research Station'. A current state description for oak stands is presented. The paper gives a quantitative and qualitative analysis of the natural regeneration of English oak and other economically valuable species.

The seedlings were studied under the canopy of natural oak stands of different ages, compositions, and relative densities of stocking in years with very poor oak fruiting (the fruiting is 1 point by Kapper's scale). The age and height characteristics of the seedlings of economically valuable species as well as their abundance and distribution over the area are given. The dependences of the total number of seedlings on the age of oak stands and their relative density of stocking were revealed. The identified features of height and age structure of the seedlings and their distribution over the area must be considered when selecting plots of old (mature and overmature) oak stands for their future natural regeneration by seeds.

Key words: English oak (*Quercus robur* L.), seedling age groups, seedling height groups, abundance, economically valuable species.

E-mail: maxrum-89@ukr.net, alexei_kobec@ukr.net

Одержано редколегією 07.09.2022



В. П. ТКАЧ, М. Г. РУМЯНЦЕВ

**СТАН І ПРОДУКТИВНІСТЬ ШТУЧНИХ ДУБОВИХ НАСАДЖЕНЬ
ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

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

За матеріалами лісовпорядкування надано характеристику стану штучних дубових насаджень у Лівобережному Лісостепу України. Наведено розподіл площі й запасу штучних дубових насаджень за категоріями лісів. Досліджено динаміку запасу та санітарний стан чистих і мішаних штучних дубових насаджень в умовах свіжої кленово-липової діброви. Проаналізовано вікову структуру штучних дубових насаджень. Проаналізовано також розподіл дерев дуба за категоріями санітарного стану в деревостанах різних віку і складу. Визначено, що на значних площах домінують чисті деревостани, які характеризуються нижчою продуктивністю та гіршим санітарним станом, ніж мішані насадження. Виявлено залежність між індексом санітарного стану мішаних і чистих за складом дубових насаджень. Зроблено висновки щодо необхідності вчасного проведення в деревостанах рубок догляду та санітарних рубок, ландшафтних рубок у лісопарковій частині лісів зелених зон, а також щодо уточнення відповідної нормативної бази, що регламентує лісогосподарську діяльність в них.

Ключові слова: дуб звичайний (*Quercus robur* L.), склад насаджень, індекс санітарного стану, таксаційні показники, категорії лісів.

Вступ. Дубові ліси Лівобережного Лісостепу виконують не лише важливі еколого-захисні та рекреаційно-оздоровчі функції, але й задовольняють потреби економіки країни в цінній деревині (Tkach & Holovach 2009, Tkach et al. 2019, Rumiantsev 2020). У межах регіону досліджень вони є найбільш поширеними та займають майже половину (46 %) від загальної площі вкритих лісовою рослинністю ділянок. Серед дубових лісів переважають насадження природного походження, частка яких становить близько 64 % від загальної площі, на решті площі (36 %) ростуть насадження штучного походження (Tkach et al. 2019).

Нині в окремих регіонах країни внаслідок кліматичних змін, а також антропогенного впливу та певних недоліків у веденні лісового господарства виникають осередки ослаблення та всихання лісів, зокрема штучних дубових. Це може погіршити успішність надання лісами комплексу різноманітних екосистемних послуг, а також збереження біорізноманіття лісових екосистем (Thom et al. 2022).

Дослідження щодо оцінювання стану штучних дубових лісів Лівобережного Лісостепу проводили доволі давно. Результати проведених раніше досліджень свідчать, що, зокрема, на всихання дуба, а отже, і на погіршення стану насаджень суттєво впливають абіотичні (посуха, дефіцит вологи та незначна кількість опадів у вегетаційний період), біотичні (пошкодження різними комахами і хворобами лісу) та антропогенні (помилки у веденні лісового господарства) чинники (Borodavka 2009, Holovach 2010, Meshkova 2011, Kobets 2014, 2015, Tkach et al. 2014). У сучасних умовах активізувалися процеси ослаблення лісів, пов'язані зі зміною клімату, що негативно впливає на стан і особливості росту деревостанів. Тому під час призначення лісогосподарських заходів необхідно враховувати динаміку продуктивності та сучасний стан насаджень.

Кількісне оцінювання стану лісів у зв'язку із впливом абіотичних, біотичних та антропогенних чинників необхідно здійснювати також із метою прогнозування процесів ослаблення насаджень, розроблення й удосконалення лісогосподарських заходів, спрямованих на посилення їхньої стійкості та підвищення продуктивності, а також покращення ефективності виконання ними важливих еколого-захисних функцій. Ці питання є актуальними й для штучних дубових лісів Лівобережного Лісостепу України.

Мета досліджень – визначити сучасний стан і продуктивність штучних дубових насаджень Лівобережного Лісостепу.

Матеріали й методи. Матеріали лісовпорядкування (станом на 01.01.2011) були основою для визначення лісівничо-таксаційних особливостей штучних дубових насаджень. Загалом проаналізовано близько 40 тис. таксаційних виділів у межах лісового фонду

підприємств, підпорядкованих Державному агентству лісових ресурсів України. Площа досліджуваних насаджень становила 101,3 тис. га. Отримані матеріали використано для визначення продуктивності чистих і мішаних модальних дубових насаджень.

Санітарний стан дуба оцінювали на пробних площах (ПП), закладених за загальноприйнятими в лісівництві та лісовій таксації методиками (Vorobyov 1967, Forest inventory sample plots 2007, Нром 2010, Girs et al. 2013) у штучних, різних за складом і віком дубових насаджень в умовах свіжої кленово-липової діброви (Харківська область, державне підприємство «Харківська лісова науково-дослідна станція»), у яких протягом останніх 10 років лісогосподарські заходи не проводили.

Основні лісівничо-таксаційні характеристики дубових насаджень на найбільш характерних ПП наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика різних за складом дубових насаджень на пробних площах

ПП	Склад	Вік, років	Повнота	Запас			Індекс стану	
				загальний, м ³ ·га ⁻¹	зокрема сухостою		насаджень	зокрема дуба
					м ³ ·га ⁻¹	%		
Чисті за складом насадження								
1	10Дз	75	0,7	270	22	8	2,17	2,17
2	10Дз+Лпд+Бп	75	0,8	300	6	2	2,31	2,35
3	10Дз+Лпд+Клп	76	0,6	240	10	4	2,29	2,35
4	10Дз+Клг	80	0,7	270	22	8	2,34	2,40
5	10Дз	85	0,6	200	18	9	2,45	2,45
Мішані за складом насадження								
6	7Дз2Клг1Лпд+Яз	73	0,7	250	15	6	1,69	1,79
7	7Дз3Лпд+Клг	75	0,7	260	13	5	1,84	2,02
8	8Дз2Лпд+Клг	75	0,7	280	6	2	1,76	1,90
9	8Дз2Клг	75	0,8	300	15	5	1,78	2,23
10	7Дз2Бп1Клг	78	0,7	265	13	5	2,03	2,20
11	7Дз2Лпд1Клг	83	0,7	240	5	2	1,78	1,96

Примітка. Бп – береза повисла (*Betula pendula* Roth.), 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.).

Стан насаджень оцінювали влітку 2017 і 2018 рр. за методикою (Recommendations 1986), що враховувала біологічні особливості дуба. Стан дубових насаджень характеризували середньозваженим індексом стану (I_c), який визначали шляхом ділення суми добутків кількості дерев кожної категорії стану і балів відповідних категорій стану на загальну кількість дерев.

Санітарний стан дерев на ПП визначали відповідно до шкали категорій стану, наведеної в «Санітарних правилах в лісах України» (Sanitary Forests Regulations in Ukraine 2016). Категорію санітарного стану визначали за сумою біоморфологічних ознак, до яких належать: густина крони, колір, наявність і характер розподілу листя, пошкодженість комахами та ураження збудниками хвороб, наявність сухих гілок, стан кори тощо.

Визначали також особливості ведення господарства в штучних дубових насадженнях різного функціонального призначення за відповідними наявними матеріалами (книги лісових культур, книга рубок тощо) у характерних лісогосподарських підприємствах Сумської і Харківської областей.

Результати та обговорення. Результати аналізу отриманих матеріалів свідчать, що загальна площа штучних дубових насаджень у лісовому фонді підприємств Лівобережного Лісостепу, підпорядкованих Державному агентству лісових ресурсів України, становила 101,3 тис. га, або майже 36 % загальної площі дубових лісів. Переважна більшість досліджуваних насаджень приурочена до найбагатших типів умов місцевиростань – грудів.

Загалом у грудях зосереджено 81 % загальної площі штучних дубняків, у сугрудах – 18 %, а в суборах – лише 1 %. У суборах вони переважно представлені похідними низькоповнотними та низькобонітетними насадженнями.

Дубові насадження за функціональним призначенням належать до експлуатаційних лісів, а також до захисних лісів, лісів природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення та рекреаційно-оздоровчих лісів.

Загалом серед штучних дубових насаджень лісогосподарських підприємств Лівобережного Лісостепу, підпорядкованих Державному агентству лісових ресурсів України, за площею переважають захисні ліси (32,7 %), що виконують переважно водоохоронні, ґрунтозахисні й інші захисні функції, та рекреаційно-оздоровчі ліси (29,7 %). Частка площі експлуатаційних лісів становить 25,6 %, а лісів природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення – 12,0 % (табл. 2). Отже, дубові ліси регіону виконують важливі еколого-захисні й рекреаційно-оздоровчі функції, а також задовольняють потреби економіки країни в цінній дубовій деревині.

Таблиця 2

Розподіл площі й запасу штучних дубових насаджень Лівобережного Лісостепу за категоріями лісів

Категорії лісів	Площа		Запас			Середній вік, років
	тис. га	%	загальний, млн. м ³	%	на 1 га, м ³	
Експлуатаційні ліси						
Разом	25,96	25,6	5,56	25,9	214	55
Захисні ліси						
Разом	33,17	32,7	6,86	32,0	207	57
зокрема: ліси протиерозійні	7,50	7,3	1,44	6,7	192	56
смуги лісів вздовж річок, навколо озер, водойм	5,46	5,4	1,13	5,3	206	56
інші ліси	20,21	20,0	4,29	20,0	212	57
Ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення						
Разом	12,14	12,0	2,74	12,7	226	61
зокрема: національні природні парки	1,17	1,1	0,28	1,3	241	61
регіональні ландшафтні парки	1,06	1,0	0,20	0,9	192	53
пам'ятки природи	7,44	7,4	1,64	7,6	220	61
заповідні лісові урочища	1,61	1,6	0,37	1,7	228	63
інші ліси	0,86	0,9	0,25	1,2	291	63
Рекреаційно-оздоровчі ліси						
Разом	30,06	29,7	6,30	29,4	210	56
зокрема: лісогосподарська частина лісів зелених зон	12,19	12,0	2,71	12,6	222	57
лісопаркова частина лісів зелених зон	17,05	16,8	3,43	16,0	201	55
ліси населених пунктів	0,48	0,5	0,10	0,5	208	56
інші ліси	0,34	0,3	0,06	0,2	171	49
Разом за всіма категоріями лісів	101,33	100	21,46	100	212	57

Водночас сучасний поділ лісів за функціональним призначенням є недостатньо обґрунтованим. У зв'язку з порівняно великою часткою лісів, виключених з експлуатації, в майбутньому накопичуватимуться перестійні деревостани, стан яких у наступні роки погіршуватиметься. Це негативно вплине на виконання ними важливих еколого-захисних функцій.

У лісопарковій частині лісів зелених зон, частка яких сягає 57 % загальної площі рекреаційно-оздоровчих лісів, ландшафтні рубки взагалі не проектують, хоча їхнє проведення регламентує чинна нормативна база щодо рубок лісів. Це ставить під сумнів доцільність виділення цієї категорії лісів у зазначених розмірах. Характерним є те, що середній запас насаджень, що входять до лісогосподарської частини лісів зелених зон, у яких здійснюють активні лісогосподарські заходи, є більшим, ніж у насадженнях лісопаркової частини лісів зелених зон, де здійснення таких заходів є обмеженим.

Результати критичного аналізу особливостей ведення господарства (створення лісових культур (початкова густина, схеми змішування й розміщення садивних місць), проведення рубок догляду (періодичність та інтенсивність рубок), зокрема в лісах з обмеженим режимом лісокористування, свідчать про відсутність характерних відмінностей між лісами різного функціонального призначення. Тому поділ лісів України, зокрема штучних дубових, за екологічним і соціально-економічним значенням є недосконалим та вимагає наукового обґрунтування й перегляду з урахуванням антропогенного навантаження, що зростає, зміни клімату та необхідності ведення лісового господарства на засадах наближеного до природи лісівництва.

Штучним дубовим лісам Лівобережного Лісостепу України притаманна вікова розбалансованість. Розподіл їх за групами класів віку свідчить про значне переважання дубняків V–VIII класів віку, частка яких становить 76 % загальної площі штучних дубових насаджень. Площа насаджень I–IV класів віку (молодняків) становить 17 %, IX і вищих класів віку – лише 7 % загальної площі штучних дубових насаджень.

Суттєва розбалансованість вікової структури штучних дубняків зумовлена значними обсягами заготівлі деревини наприкінці 40-х – на початку 50-х років минулого століття на потреби народного господарства та у зв'язку з цим – великими обсягами лісовідновлення, що відбувалося переважно штучним шляхом. Зазначимо також, що навіть у важкий повоєнний період лісистість держави стрімко зростала, оскільки нові ліси створювали й на безлісних у минулому землях. Через 30–40 років на значних площах штучні дубові насадження досягнуть віку стиглості, що надалі призведе до погіршення їхнього стану, ослаблення та, відповідно, неефективного виконання їхніх функцій; особливо це стосується тих лісів, що мають обмежений режим лісокористування. Переважно це – чисті за складом штучні дубові насадження. Такі насадження часто створювали на значних площах, оскільки переважала хибна думка, що другорядні породи в них з'являться природним шляхом і їх недоцільно проектувати. Крім того, ті породи, що з'являлися природним шляхом у насадженнях, часто видаляли під час проведення рубок догляду.

Суттєва нерівномірність розподілу площ штучних дубняків за класами віку не сприяє також реалізації ідеї сталого ведення господарства в них. Тому настала потреба в розробленні системи заходів, спрямованих на оптимізацію вікової структури лісового фонду дубових насаджень. Зазначені особливості цієї структури характерні загалом для лісового фонду України. Такі заходи мають, зокрема, передбачати перегляд чинних віків стиглості деревостанів лісових порід країни, зокрема дуба. Віки стиглості мають урахувувати продуктивність і походження деревостанів, особливості природних зон України, а також функціональну роль лісів (екологічну та соціально-економічну). Водночас чинні віки стиглості є однаковими, зокрема для насінневих деревостанів дуба III і вищих класів бонітету та порослевих – II і вищих класів. Тому вони повною мірою не враховують лісівничо-біологічні особливості дубових насаджень, різних за походженням та класами бонітету.

На стан і продуктивність штучних дубових насаджень суттєво впливають, зокрема, особливості здійснюваних у них лісогосподарських заходів, які мають бути спрямовані на формування мішаних деревостанів. Склад таких деревостанів у віці стиглості має бути 7–8Дз2–3Інші породи (Ostapenko & Tkach 2002). Проте результати аналізу повидільної бази даних свідчать, що насадження з участю дуба в складі 7–8 одиниць займають лише 25 % площі, на 19 % площі ростуть чисті за складом насадження, а на 8 % – мішані насадження з участю дуба 9 одиниць.

Результати проведених досліджень свідчать, що мішані, оптимальні за складом штучні дубові насадження, що ростуть в умовах грудів і сугрудів, характеризувалися дещо вищою продуктивністю, у порівнянні з чистими за складом насадженнями. Так, у віці 90–100 років запас чистих за складом модальних дубових насаджень є нижчим у середньому на 6 %, ніж мішаних (рис. 1). Це чітко ілюструють отримані математичні моделі, що

апроксимують зв'язок між віком та запасом чистих і мішаних насаджень. Ступінь використання лісорослинного потенціалу штучними дубняками є недостатньо високим. За результатами попередніх досліджень виявлено, що середньозважене значення показника використання лісорослинного потенціалу штучними дубняками для умов свіжої кленово-липової діброви Лівобережного Лісостепу становить лише 75 % (Lunachevskyy & Rumiantsev 2020).

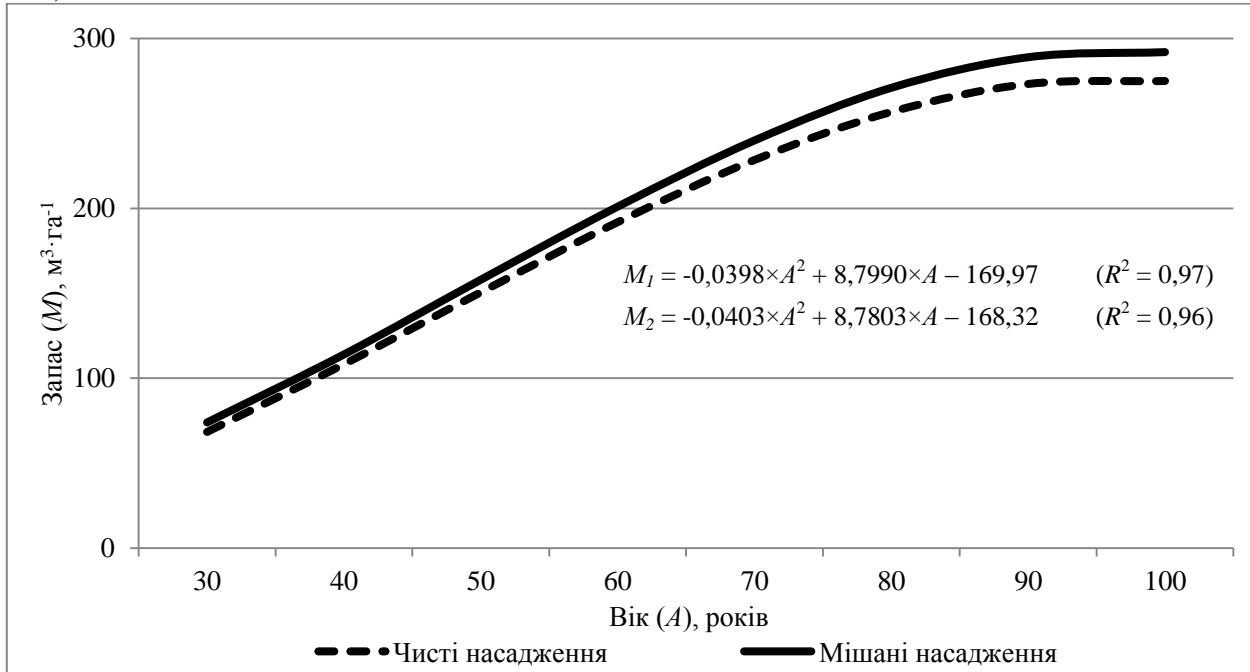


Рис. 1 – Динаміка запасу модальних чистих (M_1) і мішаних (M_2) штучних дубових насаджень у лісах Лівобережного Лісостепу

Склад насаджень суттєво впливає не лише на запас, але й на їхній стан, зокрема санітарний. Середній індекс санітарного стану (I_c) у досліджуваних штучних дубових насадженнях різного віку та складу коливається в межах 1,69–2,45 бала (див. табл. 1). Результати аналізу отриманих математичних функцій (рис. 2) свідчать, що зі збільшенням віку чистих дубняків у діапазоні 70–100 років величина I_c зростає від 2,14 до 2,53; у мішаних дубняках ця величина є значно меншою й у цьому віковому діапазоні змінюється несуттєво – у межах 1,74–1,94, що свідчить про значно кращий, порівнюючи з чистими дубняками, їхній стан.

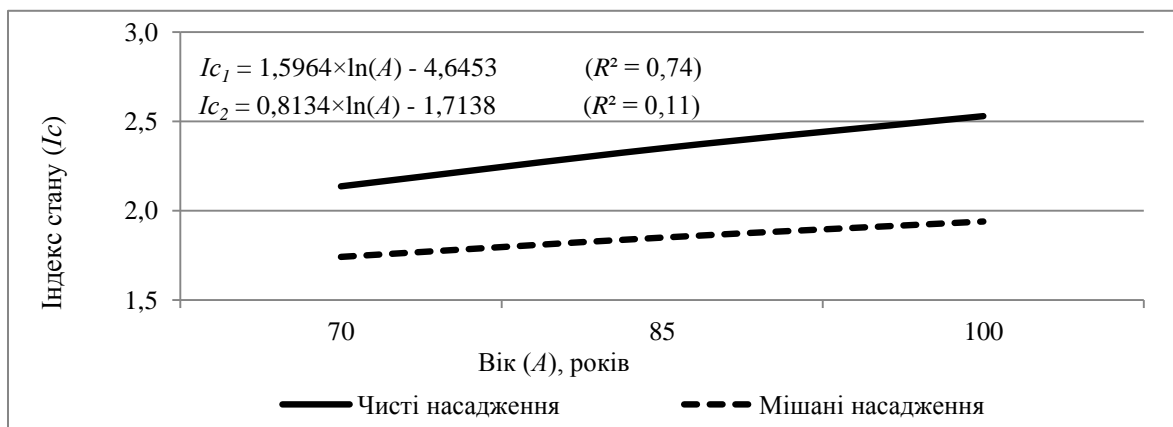


Рис. 2 – Динаміка індексу стану в чистих (I_{c1}) і мішаних (I_{c2}) штучних дубових насадженнях

Характерним також є те, що коефіцієнт детермінації функції, яка описує зв'язок між наведеними величинами в мішаних насадженнях, за абсолютним значенням є незначним ($R^2 = 0,11$), що свідчить про наявність лише слабого стохастичного впливу віку на стан насадження. У чистих насадженнях величина R^2 є значно більшою (0,74).

Частка сухостою від загального запасу дубових насаджень є невисокою і коливається від 2 до 9 % ($5\text{--}22 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$) (див. табл. 1, 3). У сухостої переважають дерева, уражені збудниками хвороб лісу, зокрема трутовиком несправжнім дубовим (*Phellinus igniarius* (L.) Quél.) та опеньком осіннім справжнім (*Armillaria mellea* (Vahl. ex Fr.) Kumm.).

Таблиця 3

Розподіл дерев дуба звичайного за категоріями санітарного стану в штучних дубових насадженнях

Вік, років	ПП	Кількість дерев дуба	Категорії санітарного стану						Разом
			1	2	3	4	5	6	
Чисті насадження									
75	1	шт.	112	140	51	15	9	16	343
		%	33	41	15	4	3	5	100
80	4	шт.	96	106	71	31	9	16	329
		%	29	32	22	9	3	5	100
85	5	шт.	81	104	77	19	6	20	307
		%	26	34	25	6	2	7	100
Мішані насадження									
75	7	шт.	99	83	38	10	4	8	242
		%	41	34	16	4	2	3	100
78	10	шт.	80	74	45	18	4	7	228
		%	35	32	20	8	2	3	100
83	11	шт.	79	56	40	10	1	2	188
		%	42	30	21	5	1	1	100

Чітко прослідковується тенденція зменшення з віком частки дерев 1 та 2 категорій стану («без ознак ослаблення» та «ослаблені») як у чистих, так і в мішаних насадженнях, та збільшення частки дерев 3 і 4 категорій («дуже ослаблені» й «відмираючі»), а також 5 і 6 категорій («свіжий сухостій» і «старий сухостій»). Проте в мішаних насадженнях ця тенденція є менш виразною і на переважній кількості ПП частка дерев 1 і 2 категорій стану є більшою, а 4–6 категорій – меншою, ніж у чистих насадженнях. Це свідчить про те, що склад насадження суттєво впливає і на товарність дерев, тобто на частку ділових стовбурів у деревостанах. Ці особливості підтверджують також необхідність вчасного проведення рубок догляду і санітарних рубок у штучних дубових деревостанах. Ці рубки мають бути спрямовані на формування оптимальних за складом деревостанів.

Висновки. Штучні дубові ліси Лівобережного Лісостепу України виконують дуже важливі еколого-захисні функції та мають велике народногосподарське значення. Водночас вікова структура лісового фонду цих насаджень є розбалансованою і не сприяє реалізації ідеї сталого розвитку лісового господарства. На значних площах (19 %) домінують чисті деревостани, які відзначаються нижчою продуктивністю та гіршим санітарним станом, порівнюючи з мішаними насадженнями, склад і структура яких відповідає типу лісу.

Наявна чітка закономірність погіршення стану чистих дубняків зі збільшенням їхнього віку навіть у невеликому діапазоні 75–85 років (індекс санітарного стану збільшується від 2,2 до 2,5). Запас модальних мішаних насаджень у віці 90–100 років перевищує запас чистих дубняків у середньому на 6 %.

Для суттєвого покращення загального стану штучних дубових лісів необхідно здійснити комплекс заходів, зокрема пов'язаних із уточненням віків стиглості деревостанів, переглядом поділу лісів за їхнім функціональним призначенням. Необхідно також у насадженнях вчасно проводити відповідні рубки догляду та санітарні рубки, а в лісах зелених зон доцільно започаткувати здійснення ландшафтних рубок.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Borodavka, V. O.* 2009. Periodic drying of forests in the Steppe zone: factors, manifestations, course, consequences and lessons learned. Donetsk, Tekhnopark, 65 p. (in Ukrainian).
- Forest inventory sample plots. Establishing method. Corporate standard 02.02-37-476:2006. 2007. Valid from May 1, 2007. Kyiv, Minahropolityky Ukrayiny, 32 p. (in Ukrainian).
- Girs, O., Novak, B., Kashpor, S.* 2013. Forest management. Kyiv, Phitosociocentr, 435 p. (in Ukrainian).
- Holovach, R. V.* 2010. Sanitary condition of natural oak forest stands in the Left-bank Forest-Steppe. Forestry and Forest Melioration, 126: 183–186 (in Ukrainian).
- Hrom, M. M.* 2010. Forest mensuration. Lviv, RVV NLTU, 416 p. (in Ukrainian).
- Kobets, O. V.* 2014. Analysis of forming and sanitation forest fellings carried out in Velikoanadolsky forest area from 1974 to 2013. Forestry and Forest Melioration, 124: 13–21 (in Ukrainian).
- Kobets, O. V.* 2015. Sanitary condition of oak stands of the Velikoanadolsky forest area. Forestry and Forest Melioration, 126: 44–51 (in Ukrainian).
- Lunachevskyy, L. and Rumiantsev, M.* 2020. Features of the growth of modal artificial oak stands of the Left-bank Forest-Steppe zone and using the forest growth potential. Scientific Horizons, 03(88): 106–115. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-88-3-106-115>
- Meshkova, V. L.* 2011. Dynamics of sanitary condition of oak stands in the Left-bank Forest Steppe of Ukraine after forest management operations. Forest journal, 1: 28–32 (in Ukrainian).
- Ostapenko, B. F. and Tkach, V. P.* 2002. Forest Typology. Kharkiv, Pleyada, 204 p. (in Ukrainian).
- Recommendations for the comprehensive protection of oak forests from damage by pests, diseases and drying out. 1986. Kharkiv, URIFFM, 25 p. (in Russian).
- Rumiantsev, M. H.* 2020. The structural and functional distribution of oak stands of Left-bank Forest-steppe zone. Scientific Bulletin of UNFU, 30(1): 49–54. <https://doi.org/10.36930/40300108>
- Sanitary Forests Regulations in Ukraine. 2016. [Electronic resource]. Approved by Cabinet of Ministers of Ukraine. Kyiv, 20 p. Available at: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/555-95-%D0%BF> (accessed 14.09.2022) (in Ukrainian).
- Thom, D., Ammer, C., Annighöfer, P., Aszalós, R., Dittrich, S., Hagge, J., Keeton, W. S., Kovacs, B., Krautkrämer, O., Müller, J., von Oheimb, G., Seidl, R.* 2022. Regeneration in European beech forests after drought: The effects of microclimate, deadwood and browsing. European Journal of Forest Research. <https://doi.org/10.1007/s10342-022-01520-1>
- 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. P., Kuprina, N. P., Luk'yanets, V. A.* 2014. Condition and viability of oak in the Forest-Steppe of Ukraine. Forestry and Forest Melioration, 125: 64–71 (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>
- Vorobyov, D. V.* 1967. Methods of forest typology research. Kyiv, Urozhay, 388 p. (in Russian).

Tkach V. P., Rumiantsev M. H.

CONDITION AND PRODUCTIVITY OF PLANTED OAK STANDS IN THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

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

Based on forest management materials, we give a description of the state of planted oak stands in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The distributions of the area and growing stock of planted oak stands by forest categories was carried out. The article reveals the stock dynamics and health condition specificities of pure and mixed planted oak stands in fresh maple-lime forest site conditions. We have analyzed the age structure of the oak stands and the distribution of oak trees by health condition categories in the stands different in ages and composition. Large areas are dominated by pure stands. These stands have lower productivity and worse health condition compared to mixed ones. The relationship between the health condition indexes of mixed and pure oak stands was revealed. Conclusions have been made regarding the need for timely tending felling and sanitation felling in such stands as well as landscape felling in the forest-park part of green zone forests. The clarification of the regulatory framework for the relevant forest management is also necessary.

Key words: English oak (*Quercus robur* L.), stand composition, health condition index, mensuration indicators, forest categories.

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

Одержано редколегією 16.09.2022

СЕЛЕКЦІЯ, ДЕНДРОЛОГІЯ

УДК 630.174.175:630.181.36: 630.181.525

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.141.2022.52>



В. А. ДИШКО, І. М. УСЦЬКИЙ, Л. О. ТОРОСОВА

РАННЯ ДІАГНОСТИКА СТІЙКОСТІ ДЕРЕВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ ДО УРАЖЕННЯ КОРЕНЕВОЮ ГУБКОЮ

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

Висвітлено результати морфологічних і цитологічних досліджень насінного матеріалу дерев сосни звичайної різного санітарного стану в осередках всихання насаджень, уражених кореневою губкою («умовно стійких», «хворих», контрольних) у ДП «Харківська ЛНДС». Визначено масу насіння та його схожість, мітотичну активність клітин апікальних меристем корінців і кількість сім'ядолей проростків. Насіння «умовно стійких» дерев, як порівняти з насінням «хворих», характеризується більшою середньою масою (на 18,5 %) і не поступається енергією проростання (65 і 64 % відповідно). Підтверджено стабільність рівня мітотичної активності клітин та її більшу інтенсивність у корінцях проростків із насіння «умовно стійких» дерев, порівнюючи з «хворими». Для «умовно стійких» дерев зафіксовано більшу, ніж в інших варіантах, сумарну частку проростків із шістьма і більше сім'ядолями. Отримані результати свідчать про можливість використання застосованих методів для ранньої діагностики молодих дерев сосни звичайної, які досягли фази репродукції, щодо стійкості до ураження кореневою губкою.

Ключові слова: проростки, мітотична активність клітин, кількість сім'ядолей, коренева губка.

Вступ. Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) є одним з основних лісоутворювальних видів України; вона розповсюджена в різних природно-кліматичних зонах і характеризується високою екологічною пластичністю. Використання для створення лісових культур насінного матеріалу зі спадково зумовленими заданими корисними властивостями зможе суттєво підвищити ефективність штучного лісовідновлення. Селекціонери тривалий час намагаються виділяти та випробувати сорти сосни звичайної, переважно за ознаками продуктивності, швидкості росту, якості деревини тощо (Tereshchenko et al. 2011). Водночас вирішенню проблем, пов'язаних із підвищенням стійкості створюваних насаджень, може допомогти використання насінного матеріалу, зібраного з дерев, що характеризуються підвищеною резистентністю (Ulusan & Bilir 2008). Особливої актуальності проблема підвищення стійкості лісів набуває у зв'язку з глобальним потеплінням, яке є сприятливим для поширення хвороб, спричинених патогенними грибами, та загрожує збереженню біорізноманіття. Останнім часом в УкрНДІЛГА приділяють увагу пошуку шляхів відбору та оцінювання селекційного матеріалу сосни звичайної, стійкого до патогенів, зокрема збудників кореневої губки (Ustskiy 2017, Dyshko et al. 2019, Ustskiy et al. 2019).

Коренева губка (*Heterobasidion annosum* s.l.) є найнебезпечнішою хворобою, що спричиняє окоренкову гниль і призводить до зниження захисних властивостей соснових насаджень, всихання та загибелі дерев (Negrutsky 1986). Із літературних джерел відомо (Chernykh 1965, Dyshko & Torosova 2016, Marčiulynas et al. 2019, Skipars 2011), що в осередках всихання насаджень, уражених цією хворобою, трапляються дерева, які протягом тривалого часу на високому інфекційному фоні зберігають життєздатність і не виявляють зовнішніх ознак захворювання. Такі дерева вважають «умовно стійкими», а їхню підвищену резистентність пов'язують із генетичними особливостями (Asiegbu et al. 2003, Adomas et al. 2007, Skipars 2011), метаболізмом (Chemeris & Voyko 2008), морфологічною (Poplavskaya and Rebko 2013, Dyshko et al. 2015) та анатомічною (Nagy et al. 2006) будовою тощо. Щоб довести існування стійких біологічних форм сосни звичайної, вчені мають виявити певні ознаки, які б свідчили про її резистентність до тих чи інших чинників. Наразі майже відсутні нескладні та ефективні методи, які б дали можливість визначати потенціал продуктивності та резистентності дерев на ранніх етапах розвитку.

Нині актуальним є розроблення методів ранньої діагностики спадкових властивостей, які б дали змогу визначати потенційно стійкі до ураження кореневою губкою дерева після

початку репродуктивної фази та виявляти можливість використовувати їхній насінний матеріал для створення стійких і продуктивних насаджень (Popov & Zharikov 1973, Orlenko & Podzharova 1980, Castoldi & Molina 2014). Наприклад, наразі відомо, що особливості росту й розвитку сосни певною мірою визначаються кількістю сім'ядолей у проростків насіння. Доведено, що інтенсивність росту проростків підвищується в ранжованому ряду від особин з чотирма сім'ядолями до восьми. Особини, які мають 6–8 сім'ядолей, на відміну від тих, які мають меншу кількість сім'ядолей, є густіше охоєними, мають краще розвинені провідну та смолоносну системи, а після 20-річного віку мають переваги перед особинами з меншою кількістю сім'ядолей за об'ємом стовбура на 12–38 % (Popov & Zharikov 1977, Popov et al. 2002). Інші дослідження (Romanovskii & Morozov 2019) дещо спростовують зв'язок між кількістю сім'ядолей і ростом рослин, але не заперечують, що сіянці з мінімальною кількістю сім'ядолей є зазвичай низькорослими, розміри сіянців пов'язують більше з активністю апікальної меристеми проростка. Зі свого боку, основною характеристикою апікальних меристем є їхня здатність до активного поділу, тобто рівень мітотичної активності клітин, який раніше дуже обмежено вивчали стосовно деревних рослин. Результати наших попередніх досліджень, які підтверджують висновки інших вчених (Poplavskaya & Rebko 2013, Ustskiy 2017), свідчать, що особини з підвищеною резистентністю можуть поступатися сприйнятливим до хвороби особинам за інтенсивністю росту (Dyshko et al. 2015). Зважаючи на це, метою дослідження був аналіз можливості застосування ознак мітотичної активності клітин апікальних меристем корінців і кількості сім'ядолей проростків насіння сосни звичайної для прогнозування стійкості дерев до ураження кореневою губкою.

Матеріали й методи. У дослідженні використовували насіння сосни звичайної, зібране в насажденні, ураженому кореневою губкою, на території державного підприємства «Харківська лісова науково-дослідна станція» (ДП «Харківська ЛНДС»). Шишки збирали з дерев, які в осередках всихання мали різний санітарний стан: без зовнішніх ознак всихання («умовно стійкі» – 13 дерев) та з ознаками всихання («хворі» – 7 дерев). Як контроль використовували насіння дерев без патологічних ознак, що росли в тих самих насажденнях, але за межами осередків усихання (5 дерев). Стан дерев оцінювали за шкалою, рекомендованою «Санітарними правилами в лісах України» (Sanitary Forests Regulations in Ukraine 2016).

Масу насіння та його посівні властивості (схожість, життєздатність) оцінювали згідно із ДСТУ 8558:2015 (Seeds of trees and shrubs 2017). Для цього з кожного дерева відбирали зразки насіння в кількості 100 шт., зважували на електронних вагах «AXIS», отриманий показник інтерполювали для розрахунку маси 1 000 насінин (m_{1000}) і розподіляли за категоріями: дрібне ($m_{1000 \text{ шт}} \leq 6$ г), середнє ($7 \text{ г} < m_{1000 \text{ шт}} < 9$ г) і велике ($m_{1000 \text{ шт}} \geq 9$ г). Перед пророщуванням насіння протягом двох годин стерилізували слабким розчином KMnO_4 (0,5 г KMnO_4 на 100 мл дистильованої H_2O), потім промивали під струменем води та висушували до сипучості на фільтрувальному папері. У простерилізовані в сухожаровій шафі (протягом 1 год. за температури 100°C) чашки Петрі з фільтрувальним папером висівали просушене насіння, змочували стерилізованою дистильованою H_2O (3 мл) і накривали кришкою. Пророщували зразки за температури $+20^\circ\text{C}$ (Seeds of trees and shrubs 2017).

Для дослідження мітотичної активності проростків після появи корінців завдовжки 1,0–1,5 см відбирали по 20 шт. проростків від кожного дерева та фіксували у розчині Карнуа (три частини 96 %-го етилового спирту й одна частина крижаної оцтової кислоти) протягом 18–24 год., а потім зберігали в етиловому спирті за температури $+4^\circ\text{C}$ в холодильнику для подальших досліджень (Torosova 2012). З кожного зразка виготовляли тиснені мікропрепарати за схемою: 1 – корінці проростків вміщували у 3N розчин соляної кислоти на 15 хвилин для мацерації тканин; 2 – зразки занурювали у 45 %-й розчин оцтової кислоти зі слідами хлорного заліза й витримували 15 хвилин; 3 – корінці занурювали у розчин ацетозалізогематоксиліну (Shoferistova 1973) та витримували для забарвлення протягом двох

годин за кімнатної температури; 4 – забарвлений матеріал для часткового відмивання витримували 5 хвилин у 45%-му розчині оцтової кислоти та переносили в насичений розчин хлоралгідрату; 5 – із корінців препарувальною голкою відокремлювали конус наростання з меристемними клітинами й розташовували на предметному склі у краплині суміші Гойєра, покривали покривним склом і легким натисканням досягали розташування клітин тонким шаром (Togosoва 2008). Виготовлені тиснені препарати вивчали та фотографували за допомогою мікроскопу AxioStar Plus. Аналізували фотографії в програмі AxioVision Rel.4.6. На кожному мікропрепараті визначали кількість клітин у кожній фазі мітозу (профазі, метафазі, анафазі, телофазі) та їхню загальну кількість. Мітотичну активність клітин визначали через мітотичний індекс (МІ) – виражене у відсотках відношення кількості клітин, які перебувають у мітозі, до загальної кількості клітин тканини: $MI = (I + P + M + A + T) / (I + P + M + A + T) \cdot 100 \%$, де буквами позначена кількість клітин у відповідній фазі мітозу (I – інтерфаза, P – профаза, M – метафаза, A – анафаза, T – телофаза). Також за відношенням кількості клітин у кожній фазі до загальної кількості клітин підраховували коефіцієнт кожної фази (Кф), а за відношенням кількості клітин у фазі до кількості клітин, що діляться – індекс фази (Іф).

Загалом переглянуто 132 препарати та проаналізовано 22 071 клітину.

На 21-шу добу проростання, після чіткого розходження сім'ядолей проростків (рис. 1), підраховували їхню кількість. У всіх зразках проаналізували розподіл частот трапляння проростків із різною кількістю сім'ядолей.

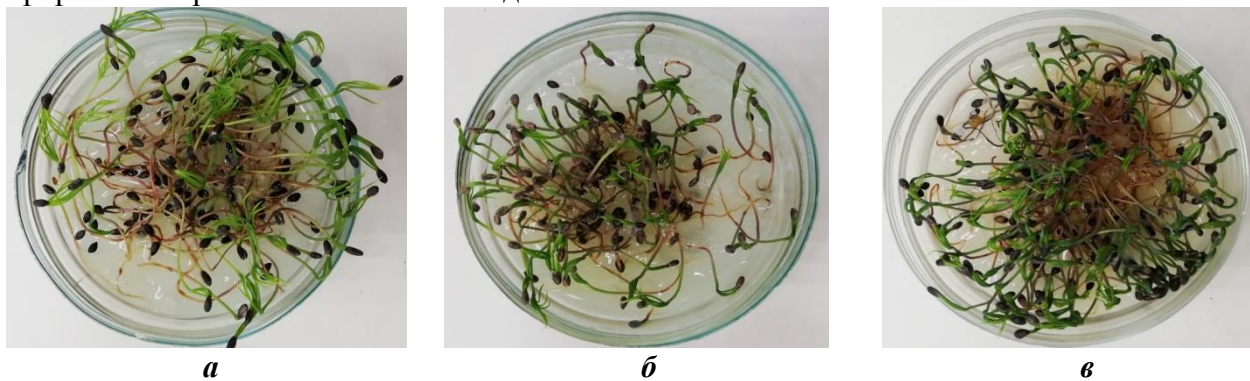


Рис. 1 – Проростки сосни звичайної, вирощені з насіння дерев, які характеризуються різною стійкістю в осередках всихання насаджень, уражених кореневою губкою (а – «стійкі», б – «хворі»), та контроль (в)

Для всіх кількісних характеристик за допомогою пакету програм Excel розраховували основні статистичні показники та аналізували методами описової статистики.

Результати та обговорення. За результатами дослідження маса насіння (m_{1000} шт.), отриманого від «умовно стійких» дерев, варіювала від 5,3 до 11,5 г ($m_{\text{сер}1000 \text{ шт}} = 8,5$ г, $Cv = 19,2 \%$), «хворих» – від 5,3 до 8,0 г ($m_{\text{сер}1000 \text{ шт}} = 6,9$ г; $Cv = 16,5 \%$), а від контрольних – від 6,7 до 9,5 г ($m_{\text{сер}1000 \text{ шт}} = 8,1$ г; $Cv = 14,3 \%$). Середній показник маси насіння «умовно стійких» дерев на 18,5 % перевершував показник «хворих» і на 5 % – контроль. За категоріями маси (рис. 2) серед «умовно стійких» дерев переважало середнє (54 %) і велике (38 %) насіння, а у «хворих» – дрібне (29 %) і середнє (71 %). Маса насіння всіх зразків контрольних дерев була середньою.

Результати дослідження мітотичного індексу клітин апікальних меристем корінців проростків, вирощених із насіння «умовно стійких» і «хворих» дерев, наведено в таблиці 1. Підрахунок кількості клітин в окремих фазах мітозу засвідчив, що проліферативна активність клітин апікальних меристем «умовно стійких» дерев є вищою, ніж у «хворих». Це підтверджують як загальний рівень мітотичного індексу (МІ), так і коефіцієнти окремих фаз мітозу, розраховані стосовно всіх груп дерев. Варіація середніх значень МІ серед зразків «умовно стійких» дерев була меншою, порівнюючи з «хворими», що свідчить про відносну стабільність дослідженого показника в перших.

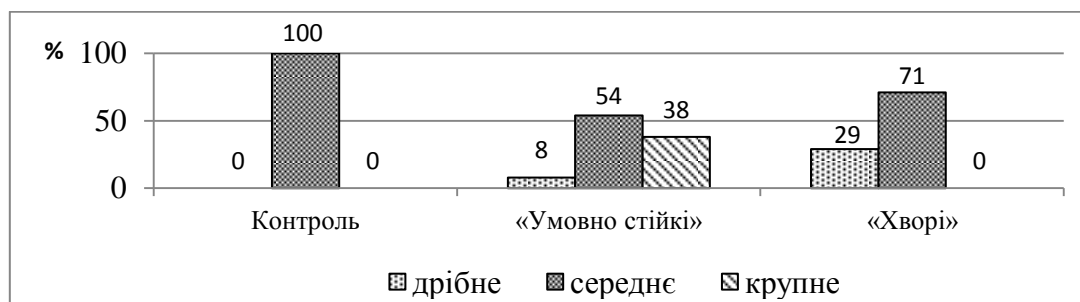


Рис. 2 – Розподіл насіння сосни звичайної (%) за категоріями маси в дерев із різною стійкістю до ураження кореневою губкою

Відмінності між середнім МІ «умовно стійких» і «хворих» дерев ($t_{Cr} = 8,5$; $t_{0,01} = 4,0$) та «умовно стійких» і «контрольних» $t_{Cr} = 5,1$; $t_{0,01} = 4,0$) доведено статистично.

Таблиця 1

Мітогична активність клітин апікальних меристем проростків насіння дерев сосни звичайної різного стану

Група дерев	Фаза мітозу*				Разом	Загальна кількість клітин, шт.	МІ, %
	Профаза	Метафаза	Анафаза	Телофаза			
Контроль	$\frac{77}{2,6}$	$\frac{70}{2,3}$	$\frac{52}{1,7}$	$\frac{32}{1,1}$	231	3 000	7,7
«Умовно стійкі»	$\frac{273}{3,9}$	$\frac{243}{3,5}$	$\frac{134}{1,9}$	$\frac{94}{1,3}$	744	6 980	10,7
«Хворі»	$\frac{285}{2,4}$	$\frac{174}{1,4}$	$\frac{126}{1,0}$	$\frac{93}{0,8}$	678	12 091	5,6

*Чисельник – кількість клітин, шт., знаменник – коефіцієнт фази, %.

Аналіз розподілу клітин за фазами мітозу – індексом фаз (рис. 3) свідчить про найбільші відмінності між проростками, вирощеними з насіння «умовно стійких» і «хворих» дерев, за частками профаз (36,7 і 42,0 % відповідно) та метафаз (32,7 і 25,7 % відповідно).

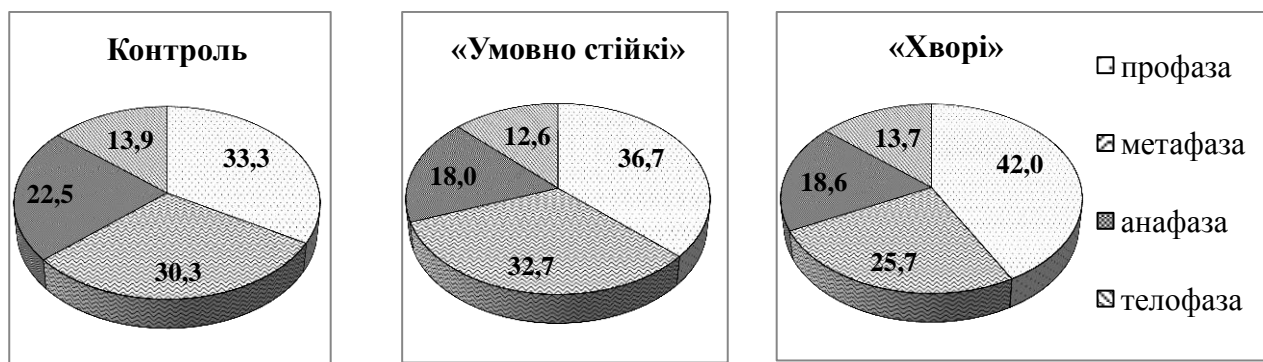


Рис. 3 – Розподіл клітин за фазами мітозу в апікальних меристемах проростків насіння дерев різної стійкості до ураження кореневою губкою

Частки клітин, які перебувають в анафазі та телофазі, різняться в межах 1 %. Причиною таких незначних відмінностей клітин проростків із насіння «стійких» і «хворих» рослин у профазі та метафазі може бути сповільнене утворення веретена поділу в клітинах проростків, вирощених із насіння «хворих» дерев, або наявність хромосомних мутацій і порушень нормального перебігу мітозу.

Дослідження енергії проростання та інтенсивності росту проростків, вирощених із насіння «умовно стійких» і «хворих» дерев, свідчать, що насіння, відібране з перших, перевершує другі за енергією проростання та всіма дослідженими ознаками. Мінливість енергії проростання насіння «умовно стійких» дерев є більшою, ніж «хворих» ($Cv = 34,7\%$), а схожості – меншою ($Cv = 16,3\%$).

Згідно з результатами дослідження кількість сім'ядолей у проростках (табл. 2) варіює від 3 до 9 шт. У проростках «умовно стійких» дерев зафіксовано 4–9 сім'ядолей, у «хворих» – 3–8, а на контролі – 4–7 шт. Такі особливості, напевно, пов'язані як із адаптивністю до умов вирощування, так і зі стійкістю до ураження кореневою губкою.

Таблиця 2

Особливості проростання насіння та характеристики проростків сосни звичайної з різною стійкістю до ураження кореневою губкою

№ дерева	Енергія проростання насіння, %		Частота трапляння різної кількості сім'ядолей у проростках, %						
	на 7-му добу	на 14-ту добу	3	4	5	6	7	8	9
Контроль									
1	15	32	–	–	23,7	65,8	10,5	–	–
2	40	62	–	–	17,2	65,5	17,3	–	–
3	47	70	–	–	16,4	72,7	10,9	–	–
4	41	85	–	–	20,5	61,4	18,1	–	–
5	58	90	–	2,1	16,6	74,0	7,3	–	–
Середнє	40	68	0,0	0,4	18,9	67,9	12,8	0,0	0,0
«Умовно стійкі»									
1	14	40	–	–	12,0	56,0	32,0	–	–
2	17	20	–	–	5,6	77,7	16,7	–	–
3	18	80	–	2,2	24,4	57,8	15,6	–	–
4	15	33	–	–	35,6	51,1	13,3	–	–
5	47	80	–	2,4	30,1	59,1	8,4	–	–
6	20	90	–	–	–	48,7	41,0	7,7	2,6
7	38	80	–	–	10,5	77,6	11,9	–	–
8	50	90	–	–	20,9	63,9	14,0	1,2	–
9	15	35	–	–	9,5	71,4	19,1	–	–
10	10	12	–	–	5,3	57,9	36,8	–	–
11	19	90	–	1,9	22,2	63,0	11,1	1,9	–
12	56	100	–	–	14,3	62,5	23,2	–	–
13	49	100	–	–	3,0	69,7	27,3	–	–
Середнє	28	65	0,0	0,5	14,9	62,8	20,8	0,8	0,2
«Хворі»									
1	0	14	–	–	27,8	66,7	5,6	–	–
2	39	60	–	–	19,2	57,7	21,2	1,9	–
3	47	70	–	3,1	35,4	56,3	4,2	1,0	–
4	37	80	–	–	11,4	67,1	21,4	–	–
5	41	100	–	3,6	23,6	63,6	9,1	–	–
6	20	26	–	–	22,5	72,5	5,0	–	–
7	67	100	0,7	–	21,6	66,2	11,5	–	–
Середнє	35	64	0,1	1,0	23,1	64,3	11,1	0,4	0,0

Найчастіше в зразках траплялися проростки, що мали 6 сім'ядолей. В «умовно стійких» дерев їх було 62,8 %, у «хворих» – 64,3 %, а на контролі – 67,9 %. Сумарна частка насіння, в якого зафіксовано 6 та більше сім'ядолей, в «умовно стійких» дерев становила 84,6 %, у «хворих» та на контролі – менше (75,9 і 80,7 % відповідно). Слід також відзначити, що в «умовно стійких» дерев, як і на контролі, не зафіксовано проростків насіння із 3 сім'ядолями, тоді як у «хворих» не виявлено насіння, в якого було 9 сім'ядолей. Аналіз отриманих результатів може свідчити про те, що потенціал стійкості проростків, вирощених із насіння «умовно стійких» і контрольних дерев, є вищим, ніж у «хворих».

Висновки. Насіння «умовно стійких» дерев характеризується на 18,5 % більшою середньою масою 1 000 шт., ніж насіння «хворих». Водночас «умовно стійкі» дерева

поступалися «хворим» за енергією проростання насіння у перші дні росту (на 7-му добу пророщування – 28 та 35 % відповідно), але з часом (на 14-ту добу) показники майже вирівнялись (65 і 64 % відповідно).

Цитологічні дослідження апікальних меристем проростків насіння засвідчили, що проліферативна активність клітин «умовно стійких» дерев була вищою, ніж у «хворих» (мітотичний індекс становив 10,7 і 5,6 % відповідно). Показники мітотичної активності клітин апікальних меристем можна використовувати для ранньої діагностики дерев на стійкість до ураження кореневою губкою.

У зразках «умовно стійких» дерев переважають проростки з більшою кількістю сім'ядолей. Найбільшу сумарну частку проростків, які мали 6 і більше сім'ядолей, зафіксовано в зразках, вирощених з насіння «умовно стійких» дерев (84,6 %); у «хворих» та на контролі частка таких проростків була меншою (75,9 і 80,7 % відповідно). Найчастіше в зразках траплялися проростки, що мали 6 сім'ядолей (в «умовно стійких» – 62,8 %, «хворих» – 64,3 %, на контролі – 67,9 %). Отримані результати дають змогу попередньо рекомендувати використання цієї ознаки для діагностики молодих дерев, які досягли фази репродукції, на стійкість до кореневої губки. Для остаточного підтвердження або спростування нашого припущення необхідні подальші дослідження.

Використання показників мітотичної активності клітин апікальних меристем і кількості сім'ядолей проростків для раннього оцінювання дерев сосни звичайної на стійкість до ураження кореневою губкою може підвищити ефективність відбору за цією ознакою. Особливо актуальним застосування цитологічних методів може бути у випробних культурах, які необхідно створювати для вивчення успадкування ознак стійкості.

ПОСИЛАННЯ –REFERENCES

Adomas, A., Heller, G., Li, G., Olson, A., Chu, T. M., Osborne, J., Dean, R. A. 2007. Transcript profiling of a conifer pathosystem: response of *Pinus sylvestris* root tissues to pathogen (*Heterobasidion annosum*) invasion. *Tree Physiology*, 27 (10): 1441–1458.

Asiegbu, F. O., Choi, W., Li, G., Nahalkova, J., Dean, R. A. 2003. Isolation of a novel antimicrobial peptide gene (Sp-AMP) homologue from *Pinus sylvestris* (Scots pine) following infection with the root rot fungus *Heterobasidion annosum*. *FEMS microbiology letters*, 228 (1): 27–31.

Castoldi, E., and Molina, J. A. 2014. Effect of seed mass and number of cotyledons on seed germination after heat treatment in *Pinus sylvestris* L. var. *iberica* Svob. *Forest Systems*, 23(3): 483–489. <https://doi.org/10.5424/fs/2014233-05480>

Chemeris, O. V. and Boyko, M. I. 2008. Content of phenolic compounds in seedlings of *Pinus sylvestris* L. and *Pinus pallasiana* D. Don infected by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. *Problems of ecology and nature protection of technogenic region*, 8: 267–272 (in Ukrainian).

Chernykh, A. G. 1965. Anatomical features of wood of pine individuals that survived in the foci of the annosum root rot]. *Forestry and Forest Melioration*, 7: 121–125 (in Russian).

Dyshko, V. A. and Torosova, L. O. 2016. Osoblyvosti rostovykh protsesiv sosny zvychnoyi u nasadzhenni, urazhenomu korenevoyu hubkoyu [Features of growth processes of Scots pine in plantation affected by annosum root rot]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya* [Forestry and Forest Melioration], 128: 134–142 (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).

Dyshko V. A., Ustsky I. M., Mykhaylichenko O. A. 2019. Features of morphological and biometric characteristics of reproductive organs of Scots pine trees with different resistance in stands affected by *Heterobasidion annosum*. *Forestry and Forest Melioration*, 135: 58–67 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.58>

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

Nagy, N. E., Krokene, P., Solheim, H. 2006. Anatomical-based defense responses of Scots pine (*Pinus sylvestris*) stems to two fungal pathogens. *Tree Physiology*, 26(2): 159–167.

Negrutsky, S. F. 1986. Annosum root rot. Moscow, Agropromizdat, 196 p. (in Russian).

Orlenko, Ye. G. and Podzharova, Z. S. 1980. Early diagnostics of growth energy of Scots pine seedlings of different geographical origin. *Lesovedeniye i Lesnoye khozyaystvo*, 15: 39–43 (in Russian).

Poplavskaya, L. F. and Rebko, S. V. 2013. Breeding characteristics of Scots pine trees with different resistance to annosum root rot. In: Current state and prospects of conservation and protection of forests in the system of sustainable development. Proceedings of International Scientific and Practice Conf. Gomel, p. 310–314 (in Russian).

Popov, V. Ya., Tuchin, P. V., Fayzulin, D. Kh. 2002. Establishment of Scots pine plantations of seed origin on a breeding basis. Ecological problems of the North, 5: 72–85 (in Russian).

Popov, V. Ya. and Zharikov, V. M. 1973. The methods of selection and early diagnosis of hereditary properties of pine and spruce plus trees. Guidelines. Arkhangelsk, AIL i LKH, 40 p. (in Russian).

Popov, V. Ya. and Zharikov, V. M. 1977. The recommendations for the creation of permanent pine seed plantations on a tree improvement basis (for research and production testing). Arkhangelsk, AIL i LKH, 12 p. (in Russian).

Romanovskii, M. G. and Morozov, G. P. 2019. Cotyledons of seedlings and embryos of conifers. Russian Journal of Forest Science (Lesovedenie), 6: 573–579 (in Russian).

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 15.09.2022) (in Ukrainian).

Seeds of trees and shrubs. Methods for seed testing (germination, viability, seed quality). DSTU 8558:2015 [State Standard of Ukraine]. 2017. Valid from 1 January 2017. Kyiv, DP UkrNDNTS, 91 p. (in Ukrainian).

Shoferistova, Ye. G. 1973. On the method of staining chromosomes and pollen. Botanical journal, 58 (7): 1011–1012 (in Russian).

Skipars, V. 2011. Genetic aspects of resistance of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) against root rot caused by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. Summary of the doctoral thesis for the scientific degree Dr. silv. in Forest Ecology and Silviculture.

Tereshchenko, L. I., Samoday, V. P., Los, S. A. 2011. The results of the study of the first in Ukraine progeny tests of Scots pine. Forestry and Forest Melioration, 118: 128–136 (in Ukrainian).

Torosova, L. O. 2008. Dynamics of mitotic activity of meristem cells of western larch (*Larix occidentalis*) needles. Forestry and Forest Melioration, 113: 206–209 (in Ukrainian).

Torosova, L. O. 2012. The mitotic activity of meristems of vegetative bud cells of the English oak (*Quercus robur* L.). Forestry and Forest Melioration, 120: 70–74 (in Ukrainian).

Ulusan, M. D. and Bilir, N. 2008. Broad-sense heritability for seedling characters and its importance for breeding in Scots pine. [Electronic resource]. Sdü fen edebiyat fakültesi fen dergisi (e-dergi), 3(2): 133–138. Available at: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/116270> (accessed 15.09.2022).

Ustskiy, I. M. 2017. Features of root system structure in the foci of root rot caused by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. Forestry and Forest Melioration, 131: 187–193 (in Ukrainian).

Ustskiy, I. M., Dyshko, V. A., Mykhaylichenko, O. A. 2019. Peculiarities of seed germination and seedling growth of Scots pine trees with different root rot resistance. Forestry and Forest Melioration, 134: 154–161 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.134.2019.154>

Dyshko V. A., Ustskiy I. M., Torosova L. O.

EARLY DIAGNOSIS OF SCOTS PINE TREES FOR RESISTANCE TO ANNOSUM ROOT ROT

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

The paper outlines the results of morphological and cytological studies of the seed material of Scots pine trees, which have different health condition and grow in the disease foci in the stands affected by annosum root rot (“conditionally resistant”, “affected”, control) in the Kharkiv Forest Research Station. Seed weight and germination, mitotic activity of root apical meristem cells as well as a number of cotyledons of seedlings were studied. The seeds of “conditionally resistant” trees had a larger average weight of 1,000 seeds compared to “affected” ones (by 18.5%). They were not inferior to “affected” ones by their germination energy (65 and 64%, respectively). The study confirmed the stability of the mitotic activity level in the root cells of the seedlings grown from the seeds of “conditionally resistant” trees and its higher intensity. For “conditionally resistant” trees, the findings showed a higher total share of seedlings with six or more cotyledons compared to “affected” and control trees (84.6%, 75.9% and 80.7%, respectively). The obtained results indicate the possibility of using the applied methods for early diagnosis for resistance to annosum root rot damage of young Scots pine trees that have started the reproduction.

Key words: germinated seeds, mitotic activity of cells, number of cotyledons, annosum root rot.

E-mail: valya_dishko@ukr.net

Одержано редколегією 27.09.2022



<https://doi.org/10.33220/1026-3365.141.2022.59>

С. А. ЛОСЬ¹, С. В. СИДОРЕНКО¹, В. Г. ГРИГОРЬЄВА²
КОМПЛЕКСНЕ ОЦІНЮВАННЯ ГІБРИДІВ ДУБА ДРУГОГО ПОКОЛІННЯ
СЕЛЕКЦІЇ С. С. П'ЯТНИЦЬКОГО НА ХАРКІВЩИНІ

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

²Державне підприємство «Харківська лісова науково-дослідна станція»

Наведено результати досліджень 71-річних гібридів дуба в лісовій смузі № 65а на території ДП НДГ «Докучасвське» Харківського аграрного університету ім. В. В. Докучаєва (нині Харківський державний біотехнологічний університет). Гібриди отримано від спрямованих схрещувань і вільного запилення кращих гібридів першого покоління селекції С. С. П'ятницького. Комплексне оцінювання на основі показників інтенсивності росту, стану, якості стовбурів та репродуктивного розвитку засвідчило відносну перспективність гібридів дуба селекції С. С. П'ятницького для створення лісових культур, а також перспективність для створення захисних насаджень в умовах Лівобережного Лісостепу України. Відібрані 11 дерев – кандидатів у плюсові II селекційної категорії вирізнялися добрим станом і прямими стовбурами. Перевершення контролю за діаметром становило від 1,2 до 71,2 %, за висотою – від 1,0 до 19,2 %. Відібрані дерева рекомендовано розмножити вегетативно та створити клонову насінну плантацію.

Ключові слова: *Quercus*, інтенсивність росту, прямизна стовбура, стан дерев, кандидати в плюсові дерева.

Вступ. Перші міжвидові гібриди дуба отримано ще у XIX ст. Клотчем, Гіле і Гешвіндом. Це були гібриди між спорідненими видами, переважно дубом звичайним (*Quercus robur* L.) та дубом скельним (*Quercus petraea* L.) (Piatnitsky 1954, 1960). Пізніше, у 30–40-ві роки минулого століття, коли активізувалися роботи з гібридизації рослин, зокрема дубів, отримано міжвидові гібриди: у США – Шрейнером (Schreiner 1970), у Португалії – Нессом, у Німеччині – Денглером (Piatnitsky 1954). В Україні такі роботи здійснено О. І. Колесніковим (Kolesnikov 1933), А. П. Єрмоленком і С. С. П'ятницьким (Piatnitsky 1954, 1960, Badalov 2005). Дещо пізніше роботи продовжено Н. І. Давидовою (Davydova 1984), І. Н. Гегельським (Gegelsky 1978) та К. П. Бадаловим (Badalov 2005, Badalov et al. 2008).

Водночас після 40-х років селекційні програми з міжвидової гібридизації дубів у країнах Європи і США було припинено, а отримані міжвидові гібриди в лісове господарство та агролісомеліорацію не впроваджували. Їх здебільшого зберігають у колекціях арборетумів і використовують для озеленення як декоративні рослини (Jablonsky 2003, Benoit 2014). Водночас в Університетському інституті міського садівництва в Корнеллі (Urban Horticulture Institute, США) у ході виконання довгострокового проекту щодо відбору кращих міських сортів гібридів дуба для майбутнього впровадження в промислове садівництво оцінювали різноманітні гібриди дуба (*Quercus*) на стійкість до лужних ґрунтів у міських ландшафтах (Denig et al. 2014), які часто обмежують ріст і тривалість життя багатьох видів дерев. Результати засвідчили, що гібриди з материнськими компонентом *Quercus macrocarpa* Michx. з більшою ймовірністю збережуть здоровий зелений колір листя у разі вирощування в дуже лужному середовищі, ніж гібриди, материнським компонентом яких були *Q. bicolor* Willd. та *Q. gambelii* Nutt.

Метою гібридизації дуба, проведеної С. С. П'ятницьким, було отримання посухостійких форм, придатних для створення насаджень у жорстких умовах Лісостепу й Степу, зокрема полезахисних лісових смуг. Найважливішими критеріями, крім посухостійкості, були швидкорослість, здатність формувати потужну кореневу систему, розвинену крону, міцні гілки, а також спроможність витримувати сильний вітер і сніголам. З огляду на те, що незначна кількість жолудів, отримана від штучної гібридизації, не здатна забезпечити створення насаджень, передбачалося використовувати жолуді від вільного запилення гібридів першого покоління (F₁), тобто впроваджувати саме гібридні популяції F₂ і F₃. Для перевірки генетичних властивостей таких популяцій було створено випробні культури потомств гібридів у різних регіонах України. Дослідження С. Й. Хмаладзе (Армушевої) цих

потомств у 22-річному віці (Armusheva 1974, Khmaladse 1982) виявили значно вищу стійкість гібридів до ураження борошнистою россою та пошкодження комахами у порівнянні з дубом звичайним, проте нижчу від нього інтенсивність росту. За даними цієї ж авторки, інтенсивність росту гібридів другого покоління за висотою на дослідних ділянках була вищою, ніж першого покоління. Якість стовбурів гібридів на той час була невисокою. Були наявні сучкуватість, багатoverхівковість та кривизна. Визначено чотири найперспективніших гібриди, материнським компонентом яких був дуб великопиляковий кавказького походження. Саме ці гібриди у 1993 р. внесено до Державного реєстру сортів рослин України (The register of plant varieties 2002):

– 'Дуб Висоцького' ('*Q. Wyssotzkyi*') – гібрид дуба великопилякового (*Q. macranthera*) і дуба звичайного (*Q. robur*);

– 'Дуб Комарова' ('*Q. Komarovi*') – гібрид дуба великопилякового (*Q. macranthera*) і дуба білого (*Q. alba*);

– 'Дуб Мічуріна' ('*Q. Mieczurini*') – гібрид дуба великопилякового (*Q. macranthera*) і дуба бореального (*Q. borealis maxima*);

– 'Дуб Тімірязєва' ('*Q. Timiriasevii*') – гібрид дуба великопилякового (*Q. macranthera*) і дуба великоплодного (*Q. macrocarpa*).

Три батьківські види (дуб білий, дуб червоний і дуб великоплодий) походять із Північної Америки, а четвертий (дуб звичайний) є аборигенним видом для України. Всі задіяні в схрещуваннях види вирізняються не лише інтенсивним ростом, але й стійкістю до несприятливих умов довкілля – низьких температур і посухи. Дослідження гібридів F₂ 59-річного віку підтвердили перспективність застосування '*Q. Timiriasevii*' і '*Q. Mieczurini*' для створення агролісомеліоративних насаджень (Los et al. 2010). Водночас залишаються актуальними спостереження за ростом і розвитком гібридів F₂, їхнє оцінювання за комплексом показників і визначення придатності для створення насаджень певного цільового призначення.

Метою досліджень було оцінити гібриди дуба селекції С. С. П'ятницького на Харківщині на основі обстеження потомства другого покоління за комплексом показників.

Матеріали й методи. Дослідження проведено в лісовій смузі № 65а, закладеній на території ДП НДГ «Докучаєвське» Харківського аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Смугу закладено у квітні 1952 р. садінням однорічних сіянців гібридів дуба, отриманих із Веселобоківської селекційно-дендрологічної дослідної станції УкрНДЛГА (нині ДСДЛЦ «Веселі Боковеньки», Кіровоградська область). Лісова смуга складається з восьми рядів, відстань між якими становить 1,5 м, міжряддя – 1,0 м. Сіянці вирощені з жолудів, отриманих від спрямованих схрещувань і вільного запилення кращих гібридів дуба селекції С. С. П'ятницького (перше покоління). На ділянці представлено такі варіанти:

Q. macranthera × *Q. macrocarpa* ('*Q. Timiriasevii*');

Q. macranthera × *Q. borealis maxima* ('*Q. Mieczurini*');

Q. macranthera × *Q. macrocarpa* + *Q. borealis*;

Q. macranthera × суміш пилку чотирьох видів;

Q. wyssotzkyi (запилений власним пилком F₂);

Q. wyssotzkyi × *Q. macrocarpa*.

Два останні варіанти представлено лише одним і двома деревами, тому з подальшого аналізу їх виключено. Як контроль використано дуб звичайний, запилений сумішшю пилку чотирьох видів.

Для кожного дерева у варіантах визначено діаметр на висоті 1,3 м, висоту, стан, наявність вад і пошкоджень, прямизну стовбура за такою шкалою: 1 бал – рівний (відхилення <10 %); 2 бали – дещо викривлений (нерівний – відхилення 10–25 %); 3 бали – кривий (відхилення >25 %). Стан дерев оцінено за шкалою, модифікованою на базі шкал категорій життєздатності дуба та санітарного стану (Volosyanchuk et al. 2003).

Комплексне оцінювання варіантів проводили на основі балів інтенсивності росту, стану, якості стовбурів і репродуктивного розвитку (Grybovych et al. 2018, Methodology of Variety Testing 2019) (табл. 1). Для оцінювання інтенсивності росту середні показники варіантів порівнювали з контролем.

Таблиця 1

Комплексне оцінювання варіантів

Бали	Інтенсивність росту за висотою	Інтенсивність росту за діаметром	Якість стовбурів	Стан, бали	Репродуктивний розвиток
1	Повільнорослі (поступаються контролю на 10,1 % і більше)	Повільнорослі (поступаються контролю на 30,1 % і більше)	Дерева І–ІІ селекційних категорій відсутні	4,5–5,0	Не цвітуть
2	Порівняно середньорослі (поступаються контролю на 4,0–10,0 %)	Порівняно середньорослі (поступаються контролю, на 10,0–30,0 %)	Частка дерев І–ІІ селекційних категорій 1–10,0 %	3,5–4,4	Цвітуть, але насіння не утворюють
3	Середньорослі (на рівні контролю різниця до 4,0 %)	Середньорослі (на рівні контролю, різниця до 10,0 %)	Частка дерев І–ІІ селекційних категорій 10,1–15,0 %	2,5–3,4	Утворюють насіння, але воно нежиттєздатне
4	Порівняно швидкорослі (перевершують контроль на 4,0–10,0 %)	Відносно швидкорослі (перевершують контроль на 10,0–30,0 %)	Частка дерев І–ІІ селекційних категорій 15,1–20,0 %	1,5–2,4	Утворюють життєздатне насіння, але не дають самосіву
5	Швидкорослі (перевершують контроль на 10,1 % і більше)	Швидкорослі (перевершують контроль більше ніж на 30,1 %)	Частка дерев І–ІІ селекційних категорій 20,1 % і більше	1,0–1,4	Утворюють життєздатне насіння, дають самосів

Підсумкове оцінювання варіантів здійснювали на основі суми балів за такою шкалою придатності для створення насаджень: 1) малоперспективні (5,0–11,5 бала); 2) відносно перспективні (11,6–18,5 бала); 3) перспективні (18,6–25,0 бала). Деревостани останньої категорії можуть бути включені до постійної лісонасінної бази (ПЛНБ). Їм можна надати статус плюсових насаджень або постійних лісонасінних ділянок, тому в таких деревостанах доцільним є відбір плюсових дерев.

Відбір дерев – кандидатів у плюсові здійснювали за сукупністю ознак інтенсивності росту (показників діаметра й висоти дерев відносно середніх показників варіантів), стану й прямизни стовбура відповідно до загальноприйнятих вимог (Guidelines 2017).

Суттєвість різниці між варіантами дослідів та контролем визначено за допомогою *t*-критерію Стьюдента у програмі MS Excel.

Результати та обговорення. За результатами обстеження у 71-річному віці (табл. 2) середня висота гібридів дуба становила від 16,8 м (*Q. macranthera* × невідомий запилювач) до 21,9 м (*Q. robur* × суміш пилку чотирьох видів – контроль). Усі без винятку варіанти суттєво поступалися контролю за цим показником. Коефіцієнт варіації в межах варіантів становив 5,2–22,3 %, а між варіантами – 4,5 %.

Середній діаметр становив від 22,3 см (*Q. Miczurinii*) до 38,9 см (*Q. robur* × суміш пилку чотирьох видів). При цьому варіант від запилення *Q. macranthera* невідомим пилком істотно перевершував контроль. Потомства дуба Тімірязєва й дуба Мічуріна (рис. 1, 2) суттєво поступалися контролю, а варіанти *Q. macranthera* × суміш пилку чотирьох видів та *Q. macranthera* × *Q. macrocarpa* + *Q. borealis* росли на рівні контролю. Мінливість за діаметром у межах варіантів була дещо вищою, ніж за висотою, і становила 14,9–25,2 %, між варіантами – 22,2 %.

Таблиця 2

Показники росту, якості та стану варіантів у випробних культурах гібридів дуба у лісовій смузі № 65а дендропарку ХНАУ ім. В. В. Докучаєва (2021 р.)

Варіант	Висота, м		Висота відносно контролю, %	t	Діаметр, см		Діаметр відносно контролю, %	t	Дерев з прямими стовбурами, %	Індекс стану, бали
	M	m			M	m				
<i>Q. macranthera</i> × невідомий запилювач	16,8	1,0	-23,4	-4,0	38,9	1,7	27,0	3,2	0,0	3,2
<i>Q. macranthera</i> × <i>Q. macrocarpa</i> (' <i>Q. Timiriasevii</i> ')	16,7	0,4	-25,0	-5,2	25,9	0,6	-15,4	-2,3	28,6	2,8
<i>Q. macranthera</i> × <i>Q. maxima</i> (' <i>Q. Miczurinii</i> ')	16,8	0,3	-24,6	-6,5	22,3	0,5	-27,1	-4,2	23,2	3,3
<i>Q. macranthera</i> × суміш пилку 4-х видів	18,7	0,3	-15,4	-4,1	27,1	0,6	-11,6	-1,8	20,6	3,0
<i>Q. macranthera</i> × <i>Q. macrocarpa</i> + <i>Q. borealis</i>	17,4	0,4	-22,3	-5,6	26,9	0,8	-12,1	-1,8	36,4	3,4
<i>Q. robur</i> × суміш пилку 4-х видів (контроль)	21,9	0,8	0,0	–	30,6	1,9	0,0	–	0,0	3,1

Примітка. $t_{0,05} = 2,09-2,11$ (для висоти) і $< 2,0$ (для діаметра).



Рис. 1 – Потомство дуба Тимірязєва



Рис. 2 – Кандидат у плюсові дерева в потомстві дуба Тимірязєва

За селекційною структурою варіанти різняться між собою. Так, наприклад, у варіантах *Q. macranthera* × невідомий запилювач та *Q. robur* × суміш пилку чотирьох видів (контроль) прямостовбурні дерева були відсутні, хоча їхня відсутність спричинена розташуванням варіантів (крайній ряд насадження). У решти варіантів частка прямостовбурних дерев перевищувала 20 %. Стан варіантів був переважно задовільним. На жаль, виявлено негативний антропогенний вплив на ріст і розвиток гібридів. У насаджені лісової смуги трапляються дерева з різним ступенем пошкодження низовою пожежею. Водночас, незважаючи на це, дерева відновили ріст і зберегли задовільний стан.

Під кронами більшості дерев знайдено жолуді, але самосіву виявлено не було. Жолуді зібрано і посіяно навесні 2022 р.; вони дали сходи. Це підтверджує те, що всі гібриди утворюють життєздатне насіння. Крім того, в ДП «Гутянське ЛГ» ростуть потомства цих гібридів, вирощені з насіння урожаю 2000 р.

За результатами комплексного оцінювання обстежені гібриди оцінили від 13 (*Q. macranthera* × невідомий запилювач) до 16 (*Q. Timiriasevii*, *Q. macranthera* × суміш пилку чотирьох видів та *Q. macranthera* × *Q. macrocarpa* + *Q. borealis*) балів (рис. 3). Водночас контроль набрав 14 балів. Це свідчить про порівняну перспективність досліджених гібридів для створення лісових культур і їхню перспективність для створення захисних насаджень в умовах Лівобережного Лісостепу України.

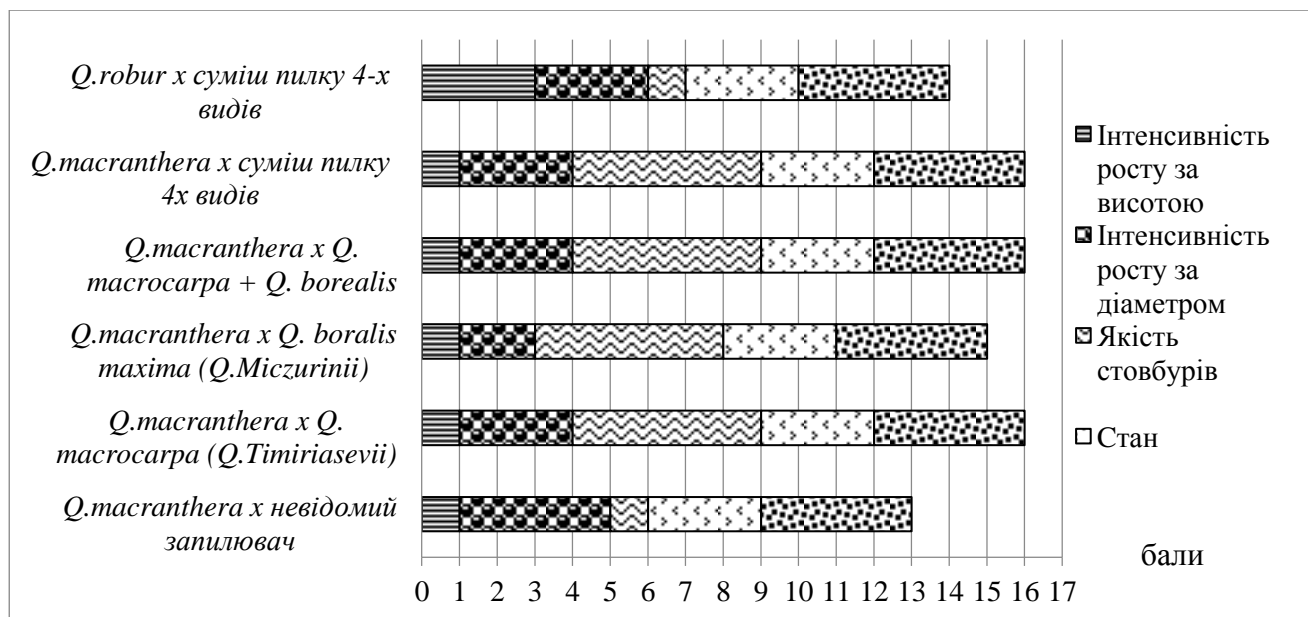


Рис. 3 – Комплексне оцінювання гібридів дуба в лісовій смугі № 65а за показниками росту, стану та якості стовбурів

Для забезпечення насінням перспективних гібридів і реалізації наступних етапів селекційного процесу в кращих варіантах проведено відбір дерев – кандидатів у плюсові дерева. Загалом таких дерев 71-річного віку відібрано 11, з яких 4 – у потомстві дуба Тімірязєва, 4 – дуба Мічуріна і 3 – дуба великопилякового, запиленого пилком чотирьох видів. Усі відібрані дерева вирізнялися добрим станом і прямими стовбурами (табл. 3).

Характеристика кандидатів у плюсові дерева дуба гібридного, відібраних у лісовій смузі № 65а дендропарку ХНАУ ім. В. В. Докучаєва (2021 р.)

Варіант (батьківські форми)	Шифр дерева	Діаметр D , см	Висота H , м	Об'єм стовбура V , м ³	Прямизна стовбура, бали
<i>Q. macranthera</i> × <i>Q. macrocarpa</i> (<i>Q. Timiriasevii</i>)	Q.T-1	29,9	19,0	0,66	2
	Q.T-2	33,7	18,5	0,77	1
	Q.T-3	27,7	19,5	0,58	1
	Q.T-4	24,5	20,5	0,49	1
<i>Q. macranthera</i> × <i>Q. borealis maxima</i> (<i>Q. Miezurini</i>)	Q.M-5	29,6	18,5	0,63	1
	Q.M-6	38,2	18,5	0,99	1
	Q.M-7	26,7	18,5	0,54	1
	Q.M-8	23,9	18,0	0,41	1
<i>Q. macranthera</i> × суміш пилку чотирьох видів (контроль)	Q.m × c-9	34,4	19,5	0,97	1
	Q.m × c-10	27,4	19,5	0,59	1
	Q.m × c-11	35,7	19,0	0,90	1

Незважаючи на високі показники перевершень, жодне дерево не відповідало вимогам до плюсових дерев I категорії. Всі відібрані дерева віднесено до II селекційної категорії.

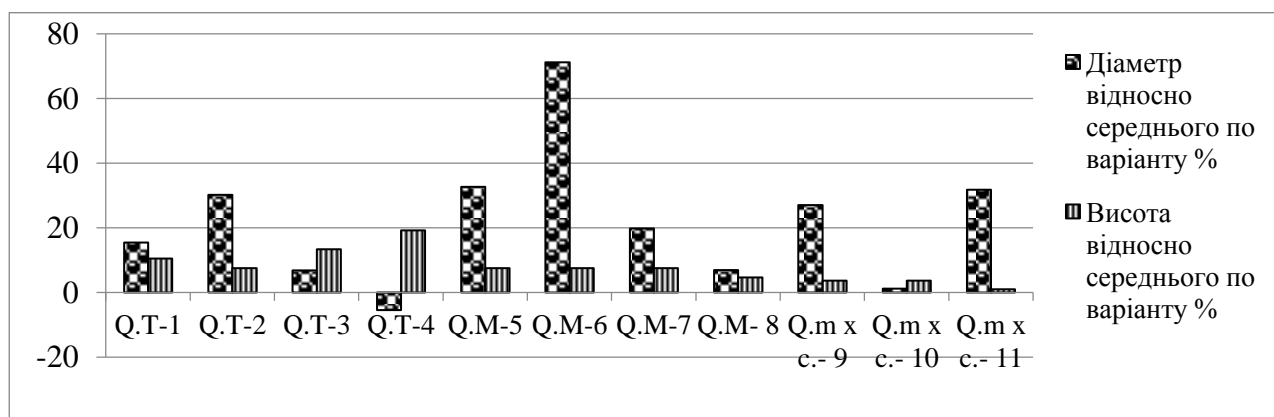


Рис. 4 – Перевищення деревами – кандидатами у плюсові середніх показників варіантів за діаметром і висотою

У майбутньому доцільно розмножити ці дерева вегетативно та створити клонову насінну плантацію гібридів другого покоління для забезпечення виробництва насіння.

Висновки. У 71-річному віці всі обстежені гібриди дуба С. С. П'ятницького (F_2) істотно поступалися контролю (*Q. robur* × суміш пилку чотирьох видів) за висотою (на 15,4 – 25,0%). За середнім діаметром гібрид від запилення *Q. macranthera* невідомим пилком істотно перевершував контроль. Потомства 'Дуба Тимірязєва' і 'Дуба Мічуріна' істотно поступалися контролю, а варіанти *Q. macranthera* × суміш пилку чотирьох видів та *Q. macranthera* × *Q. macrocarpa* + *Q. borealis* росли на рівні контролю.

За селекційною структурою найгіршими виявилися варіант *Q. macranthera* × невідомий запилювач та контроль, у яких прямостовбурні дерева були відсутні. У решти варіантів частка прямостовбурних дерев становила від 20,6 до 36,4 %.

Комплексне оцінювання засвідчило відносну перспективність гібридів дуба селекції С. С. П'ятницького для створення лісових культур і водночас перспективність для створення захисних насаджень в умовах Лівобережного Лісостепу.

Відібрані у кращих варіантах 11 дерев – кандидатів у плюсові вирізнялися добрим станом і прямими стовбурами. Перевершення за діаметром становило від 1,2 % до 71,2 %, за висотою – від 1,0 до 19,2 %. Всі відібрані дерева відповідають II селекційній категорії. Їх доцільно розмножити вегетативно та створити клонову насінну плантацію для отримання покращеного насіння.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Armusheva, S. I. 1974. Growth and condition of the second generation of hybrid forms of oak selected by S. S. Pyatnitsky. Proceedings of Kharkiv Agrarian Institute, 200: 77–81 (in Russian).

Badalov, K. P. 2005. Breeding of oak in Steppe conditions of the Right Bank of Ukraine (introduction, interspecies hybridization, apomixis). Extended abstract of PhD. Kharkiv, 19 p. (in Ukrainian).

Badalov, P. P., Badalov, K. P., Los, S. A. 2008. Estimation of the second generation for interspecies oak hybrids selected by S. S. Pyatnitsky. Forestry and Forest Melioration, 112: 149–154 (in Ukrainian).

Benoit, D. 2015. Oak Open Days. Trompenburg Tuinen & Arboretum the Netherlands. International Oaks, 26: 115–124.

Davydova, N. I. 1984. New oak hybrids. Forestry and Forest Melioration, 69: 54–55 (in Russian).

Denig, B. R., Macrae Jr, P. F., Gao, X., Bassuk, N. L. 2014. Screening oak hybrids for tolerance to alkaline soils. Journal of Environmental Horticulture, 32(2): 71–76.

Gegelsky, I. N. 1978. Biological and mensuration assessment of hybrid forms of oak. Bulletin of the Main Botanical Garden, 109: 17–22 (in Russian).

Grybovych, E., Hkalimon, E. Los, S. 2018. Introduced trees in park-monument of landscape art in Poltava city. In: Formation urban green areas. Past, present, future. P. 126–133.

Guidelines for forest seed production. 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., Samoday, 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.). 2nd edition, suppl. and rev. Kharkiv, URIFFM, 107 p. (in Ukrainian).

Jablonsky, E. 2003. European oak cultivars collecton and collectors. International oak, 5: 103–118.

Khmaladze, S. I. 1982. Biological features of hybrid oaks selected by S. S. Pyatnitsky. Extended abstract of PhD thesis. Kharkiv, 20 p. (in Russian).

Kolesnikov, A. I. 1933. Methods for obtaining fast-growing forms. Publications in Applied Botany, Genetics and Breeding, A 5–6: 83–101 (in Russian).

Los, S. A. Gladun, G. B., Gladun, Yu. G., Kravchuk, V. P., Borsuk A. M. 2010. The results of the investigation of second generation of oak hybrids selected by S. S. Pyatnitsky. Scientific journal of NULES of Ukraine, 147: 41–48 (in Ukrainian).

Methodology of Variety Testing of Forest Tree Species. Departmental testing (new edition). 2019. Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Torosova, L. O., Hayda, Yu. I., Vysotskaya, N. Yu., Yatsyk, R. M., Grigorieva, V. G., Plotnikova, O. M., Shlonchak, G. A., Mitrochenko, V. V., Dishko, V. A. (Eds.). Kharkiv, URIFFM, 37 p. (in Ukrainian)

Piatnitsky, S. S. 1954. Oak breeding. Moscow, Goslesbumizdat, 148 p. (in Russian).

Piatnitsky, S. S. 1960. Evolving new forms of oak by hybridization. Proc. World Forestry Conf. Proc. Seattle, Wash. 5 (2): 815–818.

Schreiner, E. J. 1970. Tree breeding in United States forestry practice. Unasylva. 24(2–3): 96–108.

The register of plant varieties of the Ukraine for 2002. 2002. Kyiv, 105 p.

Volosyanchuk, R. T., Los, S. A., Torosova, L. O., Kuznetsova, T. L., Tereshchenko L. I., Neyko, I. S., Grygoryeva, V. G. 2003. Methodological approaches to the estimation of gene pool conservation *in situ* units of the broadleaves tree species and their actual conditions in the Left-bank forest steppe of Ukraine. Forestry and Forest Melioration, 104: 50–57 (in Ukrainian).

Los S. A.¹, Sydorenko S. V.¹, Hrygoryeva V. G.²

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF SECOND-GENERATION OAK HYBRIDS OF S. S. PIATNYTSKY'S SELECTION IN KHARKIV REGION

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

²*State Enterprise 'Kharkiv Forest Research Station'*

The paper outlines the results of the research on 71-year-old oak hybrids in forest shelterbelt 65a, on the territory of the Dokuchaevske educational farm of the Kharkiv Agrarian University named after V. V. Dokuchaev (now Kharkiv State Biotechnology University). The hybrids were obtained from directed crossings and free pollination of the best first-generation hybrids of S. S. Piatnytsky's selection. A comprehensive assessment was based on growth intensity, condition, stem quality and reproductive development indicators. It showed relative prospects for oak hybrids of S. S. Piatnytsky's selection to use them for planting forest stands as well as the prospects for establishing protective plantings in the Left-Bank Forest-Steppe and Right-Bank Steppe of Ukraine. The selected 11 trees as candidates for plus trees of the second selection category were distinguished by their good condition and straight trunks. They excess over the control was from 1.2% to 71.2% in diameter and from 1.0 to 19.2% in height. The selected trees have been recommended for vegetative propagation and a clonal seed orchard establishment.

Key words: *Quercus*, growth intensity, trunk straightness, tree condition, candidates for plus trees.

E-mail: svitlana_los@ukr.net, svit23sydorenko@gmail.com, grygorye@ukr.net

Одержано редколегією 25.10.2022



**І. С. НЕЙКО¹, О. В. НЕЙКО¹, О. Г. ВАСИЛЕВСЬКИЙ¹, С. І. ПОЗНЯКОВА²,
Л. В. СМАШНЮК¹, Ю. А. ЄЛІСАВЕНКО¹, М. С. БОГОСЛОВСЬКА¹, О. П. ЗЛЕНКО¹**
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛІ «ГЕНОТИП – СЕРЕДОВИЩЕ»
ПІД ЧАС ІНДИВІДУАЛЬНОГО ВІДБОРУ ПЕРСПЕКТИВНИХ ГЕНОТИПІВ
ДУБА ЗВИЧАЙНОГО (*QUERCUS ROBUR* L.) У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

¹Державне підприємство «Вінницька лісова науково-дослідна станція»

²Державний біотехнологічний університет

Наведено теоретичне узагальнення еколого-генетичних підходів щодо індивідуального відбору перспективних генотипів на основі моделі взаємодії «генотип – середовище». Дослідження проведено на трьох родинних плантаціях, представлених 7-річним потомством дуба звичайного. Плантації розташовані в північній частині Хмельницької, центральній та південній частинах Вінницької області. Для оцінювання взаємодії «генотип – середовище» застосовували комплекс розроблених показників: ековаленсію Шукля, показник пластичності Насара та Хінна, ранговий показник переваги генотипу Фокса; показники екологічної стабільності Канга; показники стабільності Хінна; показники екологічної стабільності Генерасу. Визначено найперспективніші генотипи дуба звичайного за показниками продуктивності та екологічної стабільності під час випробування плюсових дерев за потомством у різних умовах. За результатами досліджень визначено, що частка фенотипової мінливості, яка зумовлена чинниками середовища, збільшується за їхньої зміни. Для потомств, які ростуть в оптимальних кліматичних і ґрунтово-гідрологічних умовах, частка мінливості, яка зумовлена генетичними властивостями деревних порід, збільшується майже вдвічі. За показниками екологічної стабільності в умовах навколишнього середовища та енергією росту за висотою виявлено, що найкращими є родини плюсових дерев вінницького (В-8, В-22, В-46, В-48, В-54, В-105) та тернопільського (Т-19) походжень.

Ключові слова: родинні плантації, потомство, генотип, середовище, плюсові дерева.

Вступ. Роботи із випробування потомства плюсових дерев в Україні розпочато в 1950–1960 рр. науковцями лабораторії селекції УкрНДЛГА під керівництвом С. С. П'ятницького (Pyatnytskyi 1954). Перші випробні культури дуба звичайного закладено Н. І. Давидовою у 1958 р. на Харківщині (Davydova 1967). В умовах Правобережного Лісостепу дослідження потомства плюсових дерев у 1976–1980 рр. очолював В. І. Білоус. У цей період під його керівництвом створено випробні культури дуба у Вінницькій, Хмельницькій і Тернопільській областях (Bilous 2004, Hayda et al. 2008, Hayda et al. 2011, Los et al. 2012).

Більшість підходів щодо визначення критеріїв для характеристики потомства плюсових дерев охоплювали їхнє оцінювання за показниками продуктивності, якості та стану. Водночас на практиці варіанти, що здебільшого мали переваги за одним із параметрів, за іншими могли значно поступатися решті. У зв'язку з цим І. М. Патлаєм та П. І. Молотковим запропоновано комплексне оцінювання потомства (Patlay & Molotkov 1997). Згідно з методикою оцінювали показники із застосуванням балів. Відбирали дерева, які набирали вищу загальну кількість балів відносно контролю (Methodology of Variety Testing 2019).

Останніми десятиліттями підходи щодо комплексного оцінювання плюсових дерев та їхнього потомства широко впроваджували в наукову практику (Mazhula 2007, Tereshchenko et al. 2011, Dyshko & Togosova 2018, Los et al. 2018). У цих методиках здебільшого передбачено застосування уніфікованих одиниць (балів) для ранжування відібраних дерев чи оцінювання їхнього потомства.

Незважаючи на наявні значні площі випробних культур, одним із основних недоліків їхнього створення є те, що більшість закладено за регіональним принципом в однотипних лісорослинних умовах. Наразі це не дає можливості виокремити генетичну складову та застосувати підходи щодо оцінювання взаємодії «генотип – середовище» (Hayda et al. 2013, Furdychko & Neyko 2019).

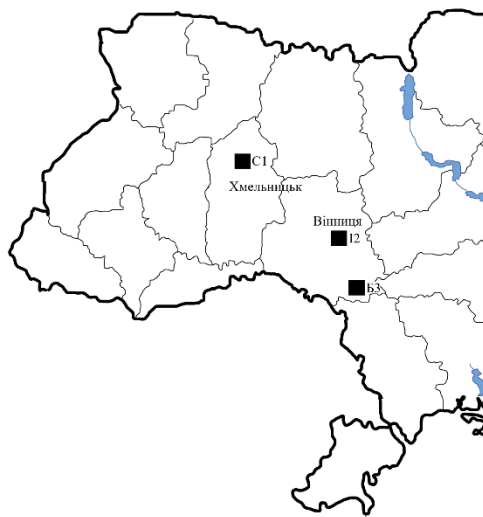
Оцінювання взаємодії «генотип – середовище» є надзвичайно важливим питанням вивчення адаптивної здатності як на індивідуальному, так і на популяційному рівні (Hamann

et al. 2000, Hamann et al. 2011, Hayda et al. 2013, Neyko & Kolchanova 2018). У зарубіжних країнах в основу випробування потомства лісоутворювальних порід покладено еколого-генетичні підходи, які передбачали застосування моделі «генотип – середовище». Саме завдяки використанню цього підходу в лісовій селекції вдалося виокремити екологічну та генетичну складові (Wricke 1962, Eberhart & Russell 1966, Hanson 1970, Tai 1971, Shukla 1972, Francis & Kannenberg 1978, Nassar & Hühn 1987, Becker & Leon 1988, Lin & Binns 1988, Fox et al. 1990, Hühn 1990, 1996, Kang & Pham 1991, Ukalska et al. 2011, Eduardo et al. 2015). Такі дослідження дали можливість не лише оцінити взаємодію генотипу та середовища, але й забезпечити успішний відбір найстійкіших та найадаптованіших до змін індивідуумів.

Оцінювання взаємодії «генотип – середовище», або реагування генотипу на умови навколишнього середовища, є важливим аспектом і перспективним напрямом селекційних досліджень. Значним етапом таких досліджень є їхнє планування та підбір відповідних умов середовища, які визначаються кліматичними та ґрунтово-гідрологічними характеристиками територій (Becker & Leon 1988). Упродовж останнього десятиліття розроблено програмні продукти для розрахунку показників взаємодії «генотип – середовище» завдяки використанню пакетів R-statistics (Breeder 2018) та SAS (Ukalska et al. 2011, Eduardo et al. 2015, Dia et al. 2016).

Мета роботи – виділити найперспективніші генотипи плюсових дерев дуба звичайного в Правобережному Лісостепу за показниками екологічної пластичності та стабільності.

Матеріали й методи. Дослідження взаємодії «генотип – середовище» проведено на трьох родинних плантаціях, закладених у Хмельницькій (ДП «Славутське ЛГ») та Вінницькій (ДП «Іллінецьке ЛГ») та ДП «Бершадське ЛГ») областях у 2011 р. Плантації створено шляхом висівання жолудів у весняний період. Жолуді заготовлено на архівно-маточній плантації у Вінницькій області у 2010 р. Родинні плантації дуба звичайного створено в районах різної локалізації (рис. 1).



C₁, I₂, B₃ – родинні плантації

Рис. 1 – Райони розташування родинних плантацій, створених у 2011 р.

Родинна плантація C₁ (ДП «Славутське ЛГ») має найпівнічніше розташування в межах Правобережного Лісостепу. Кожна із 20 локалізованих родин представлена півсібсовим потомством у кількості від 37 до 44 рослин. У центральній частині розташована плантація I₂ (ДП «Іллінецьке ЛГ»). Загальна кількість родин – 20, кожна з яких налічує від 31 до 36 екземплярів. У південній частині локалізована плантація B₃ (ДП «Бершадське ЛГ»). На плантації зосереджено 25 потомств плюсових дерев, кожне з яких налічує від 18 до 35 рослин.

На основі бази даних WorldClim (WorldClim 2022) визначено основні кліматичні характеристики місць розташування родинних плантацій. Об'єкт C₁ відзначається

найпрохолоднішим температурним режимом. Максимальну різницю середніх температур у порівнянні із південною локалізацією (плантація Б₃) – 0,7–0,9°C – визначено в другій половині вегетаційного періоду (7–9 місяці) (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика температурного режиму місць розташування родинних плантацій дуба звичайного

Родинна плантація	Температура	Місяць											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
С ₁	$T_{сер}$	-5,7	-4,5	-0,2	7,7	13,8	17,5	18,6	17,7	13,4	7,9	2,2	-2,6
	T_{max}	-8,7	-7,7	-3,8	2,8	8,3	12,1	13,3	12,3	8,3	3,7	-0,4	-5,1
	T_{min}	-2,6	-1,3	3,5	12,6	19,3	22,9	23,9	23,1	18,6	12,1	4,9	0,0
І ₂	$T_{сер}$	-5,7	-4,3	0,2	8,2	14,3	17,5	18,9	18,1	13,7	7,8	1,8	-2,4
	T_{max}	-8,7	-7,5	-3,3	3,4	9,0	12,2	13,5	12,6	8,4	3,5	-0,9	-4,9
	T_{min}	-2,6	-1,1	3,8	13,0	19,6	22,8	24,3	23,7	19	12,1	4,5	0,1
Б ₃	$T_{сер}$	-5,2	-4,0	0,5	8,4	14,5	17,9	19,4	18,6	14,1	8,0	2,2	-2,0
	T_{max}	-8,1	-7,0	-3,0	3,8	9,4	12,8	14,2	13,2	8,9	3,7	-0,6	-4,5
	T_{min}	-2,2	-0,9	4,0	13,1	19,6	23,0	24,6	24,0	19,3	12,4	5,1	0,6
Різниця С ₁ – Б ₃	$T_{сер}$	-0,5	-0,5	-0,7	0,7	0,7	0,4	0,8	0,9	0,7	0,1	0,0	0,6
	T_{max}	-0,6	-0,7	-0,8	1,0	1,1	0,7	0,9	0,9	0,6	0,0	-0,2	-0,6
	T_{min}	-0,4	-0,4	-0,5	0,5	0,3	0,1	0,7	0,9	0,7	0,3	-0,2	-0,6

Родинна плантація північного розташування (С₁) вирізняється найвищим рівнем зволоження. Особливо значним є перевищення суми опадів упродовж вегетації (4–10 місяці). Водночас родинна плантація С₁ характеризується нижчою сумою опадів у зимовий період. Плантацію С₁ створено в умовах світло-сірих лісових оглеєних ґрунтів, а інші – І₂ та Б₃ – в умовах сірих лісових ґрунтів та лугово-чорноземних ґрунтів (табл. 2).

Таблиця 2

Характеристика ґрунтового покриву родинних плантацій дуба звичайного у Хмельницькій (С₁) та Вінницькій (І₂, Б₃) областях

Родинна плантація	Розташування, координати		Висота н. р. м., м	Тип ґрунту (міжнародна класифікація/ класифікація, прийнята в Україні)	Тип лісу
	широта	довгота			
С ₁	50°24'50.0686"N	27°5'26.5938"E	228	Gleyic Podzoluvisols / ясно-сірі лісові оглеєні	Свіжий дубово-сосновий сугруд (С ₂ -гДС)
І ₂	49°4'22.3287"N	29°14'39.8834"E	274	Haptic Greyzems / сірі лісові та темно-сірі лісові	Свіжа грабова діброва (D ₂ -гД)
Б ₃	48°20'34.5318"N	29°33'56.7015"E	238	Luvic Phaeozems / лугово-чорноземні	Свіжа грабова діброва (D ₂ -гД)

Для оцінювання взаємодії «генотип – середовище» застосовували комплекс показників: ековаленсію Шукля (Shukla 1972), показник пластичності Насара та Хінна (Nassar & Hühn 1987), показники екологічної пластичності та енергії росту за ранговим показником переваги генотипу (Fox et al. 1990); показники екологічної стабільності Канга та енергії росту в умовах зміни середовища (Kang & Pham 1991); показники рангових параметрів стабільності Хінна та енергії росту в умовах зміни середовища (Nassar & Hühn 1987); показники екологічної стабільності Тенерасу (N4) та енергії росту в умовах зміни середовища (Thennarasu 1995).

Використання значної кількості моделей зумовлено необхідністю їхнього застосування, оскільки результати можуть дещо відрізнятись (Becker & Leon 1988). Зазначені показники розраховували за допомогою пакетів статистичної обробки R-statistics та BreedR (BreedR 2018).

Для оцінювання подібності-відмінності між генотипами та в межах одного генотипу застосовували критерій достовірності (адитивності) Тьюкі (Tukey's honestly significant difference test). Розрахунок показника достовірності різниці Тьюкі базується на основних підходах щодо розрахунку критерію Стьюдента.

Коефіцієнт успадкування h^2 розраховували відповідно до методики Коттерілла і Зеда (Hayda et al. 2013) за формулою (1):

$$h^2 = \frac{4\sigma_f^2}{\sigma_f^2 + \sigma_I^2 + \sigma_e^2} \quad (1)$$

де σ_f^2 – дисперсія (варіанса) між родинами;

σ_I^2 – дисперсія (варіанса) внаслідок взаємодії родина × повторність;

σ_e^2 – залишкова дисперсія.

Результати та обговорення. Найвищу продуктивність дерев за висотою визначено для ділянки найпівденнішого розташування (Б₃). Якщо за локалізації плантацій у північній частині (С₁) середня висота потомств становила 0,9 м, то в разі переміщення у південному напрямку (Б₃) середня висота збільшилася до 2,7 м. Перевищення за висотою становило 1,8 м. За середнього річного приросту в північних умовах 0,12 м у південній частині цей показник збільшився до 0,38 м (табл. 3).

Таблиця 3

Характеристика енергії росту 7-річних потомств дуба звичайного у районах розташування плантацій

Родинна плантація	N, рослин	Характеристика інтенсивності росту						σ
		H_{min} , м	H_{max} , м	$H_{сep}$, м	Z_{min} , м	Z_{max} , м	$Z_{сep}$, м	
С ₁	749	0,20	4,0	0,9 ± 0,5	0,03	0,57	0,12	0,30
I ₂	528	0,18	4,7	1,2 ± 0,8	0,03	0,67	0,17	0,68
Б ₃	321	0,50	5,5	2,7 ± 0,8	0,07	0,79	0,38	0,68
Середнє	1598	0,29	4,7	1,6 ± 0,7	0,04	0,68	0,22	0,55
Різниця Б ₃ - С ₁	–	0,30	1,5	1,8 ± 0,3	0,04	0,22	0,26	0,38

Примітка. H – висота, м; Z – приріст за висотою, м; σ – дисперсія H.

Найвищою продуктивністю на усіх плантаціях у 7-річному віці характеризувалися потомства плюсових дерев, відібраних у Вінницькій (В-13 (середня висота – 3,0 м)) та Тернопільській (Т-14, Т-21 (2,7 м)) областях.

Високу інтенсивність росту виявлено також для родин вінницького походження – В-128 та В-64 (2,2 м, 2,3 м). Потомства одеського походження (О-10, О-17, О-9) мали найнижчу енергію росту. Низьку продуктивність відзначено також у родин В-44 та В-53.

Із усіх походжень родина Т-21 має одні із найкращих характеристик за середніми значеннями та концентрацією варіанс у межах центральних кватилів (рис. 2).

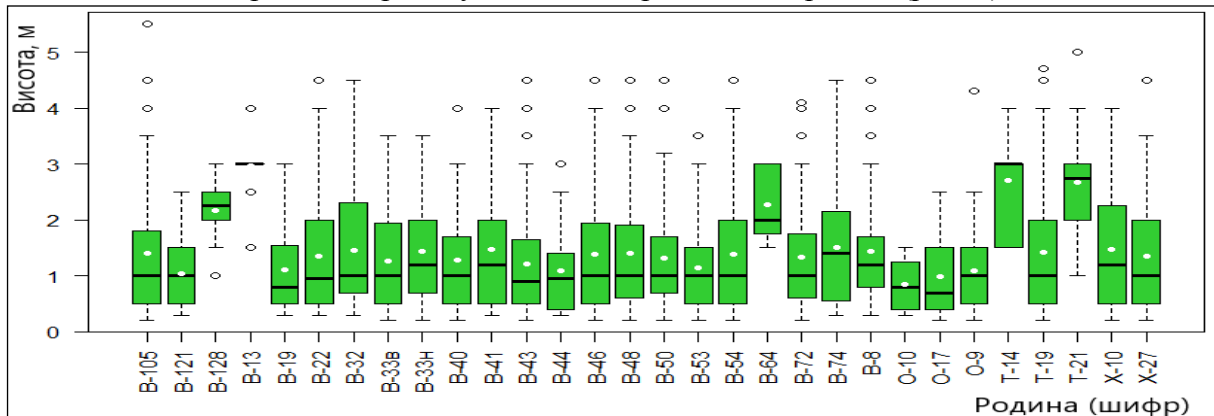


Рис. 2 – Характеристика продуктивності 7-річних родин плюсових дерев за висотою на плантаціях (С₁, I₂, Б₃)

Незважаючи на невисокі середні значення, родина В-105 характеризується значними розмахом ознак і висотою – 5,5 м. Це свідчить про високий потенціал енергії росту окремих екземплярів півсїбсового потомства цієї родини. Значним розмахом і високими значеннями максимальної висоти вирізняється також потомство плюсового дерева тернопільського походження – Т-21. Висока концентрація значень перших трьох кватилів накопичення (75 % значень) є характерною для родин вінницького походження – В-32 та В-74.

Розподіл родин на плантаціях у Вінницькій та Хмельницькій областях (С₁, І₂, Б₃) свідчить, що всі варіанти в умовах розташування південної плантації (Б₃) мають більшу висоту. Це пов'язане з кращими умовами росту, зокрема температурним режимом та родючістю ґрунту. Найвищими показниками у цих умовах місцезростання характеризується походження В-105. В умовах центральної (І₂) та північної (С₁) частин середня висота всіх потомств є меншою. В умовах північного розташування високими значеннями продуктивності за концентрацією максимальних значень вирізнялися потомства В-41 та В-74.

Потомства реагували на зміну кліматичних градієнтів і родючості ґрунту по-різному. Найактивніше підвищення середніх температур вплинуло на насінневе потомство плюсового дерева тернопільського походження – Т-19. Різниця середніх висот цієї родини в разі переміщення в південному напрямку (родинні плантації С₁→Б₃) становила 2,0 м (середня висота зроста від 0,9 до 2,9 м). Також інтенсивно реагувало на зміну умов середовища потомство плюсового дерева вінницького походження В-54. Найменш інтенсивно на зміну умов середовища відреагувало потомство плюсового дерева вінницького походження В-50. За середнього значення висоти в північній частині (плантація С₁) 0,9 м висота В-50 становила лише 2,3 м у південній частині (плантація Б₃), тобто перевищення середніх висот становило 1,4 м.

На інтенсивність росту потомства за висотою вплинули як генетичні властивості, так і умови зовнішнього середовища, які їх модифікують. Для визначення частки фенотипової та генотипової мінливості розраховано коефіцієнти успадкування ознак для потомства (табл. 4).

За розрахованими показникам виявлено, що в разі випробування потомства на північній ділянці частка фенотипової мінливості, зумовлена факторами середовища, є найбільшою. Для північної локалізації коефіцієнт успадкування h^2 становить 0,257. У разі росту потомств у центральній частині регіону (оптимальні умови) вплив факторів середовища є значно меншим. Водночас більша частка мінливості обумовлена генетичними факторами ($h^2 = 0,749$). Вплив середовища збільшується також для родин, локалізованих на плантації південного розташування ($h^2 = 0,688$). Такі тенденції є характерними для всіх генотипів.

Таблиця 4

Розрахунок коефіцієнта успадкування (h^2) ознак за висотою для родин на плантаціях у Вінницькій і Хмельницькій областях (С₁, І₂, Б₃)

Родина	$H_{\text{сер.}}, \text{ м}$	σ_p^2	$\sigma_{pC_1}^2$	$\sigma_{pI_2}^2$	$\sigma_{pB_3}^2$	$h_{pC_1}^2$	$h_{pI_2}^2$	$h_{pB_3}^2$
В-105	1,72	0,994	0,226	0,753	0,723	0,227	0,758	0,727
В-22	1,68	0,931	0,258	0,750	0,712	0,277	0,806	0,765
В-33в	1,55	1,001	0,255	0,766	0,719	0,255	0,765	0,718
В-40	1,57	1,006	0,256	0,754	0,702	0,254	0,750	0,698
В-43	1,47	0,973	0,257	0,755	0,724	0,264	0,776	0,744
В-46	1,67	1,008	0,256	0,760	0,708	0,254	0,754	0,702
В-48	1,73	1,012	0,256	0,759	0,712	0,253	0,750	0,704
В-50	1,54	1,009	0,256	0,733	0,716	0,254	0,726	0,710
В-53	1,54	0,920	0,256	0,758	0,712	0,278	0,824	0,774
В-54	1,68	1,011	0,256	0,718	0,712	0,253	0,710	0,704
В-72	1,59	0,971	0,256	0,730	0,718	0,264	0,752	0,739
В-8	1,73	0,880	0,256	0,768	0,690	0,291	0,873	0,784
Т-19	1,74	1,001	0,257	0,753	0,704	0,257	0,752	0,703
Х-27	1,60	1,015	0,258	0,763	0,708	0,254	0,752	0,698
Загалом	–	1,007	0,257	0,749	0,688	0,255	0,744	0,683

Найбільша частка мінливості, яка зумовлена генетичними факторами, властива родинам В-22, В-53, В-8, значення коефіцієнта успадкування яких є найвищим. Більш виразною модифікаційною мінливістю (фенотиповою пластичністю) відзначаються родини В-105, В-40, В-54 та Х-27. Розрахунок показника ековаленсії Шукля (Shukla 1972), який відображає збереження продуктивності генотипів у різних умовах середовища, свідчить, що родини Т-19, В-8, В-48, В-105, В-22 та В-54 можуть бути відібрані як найкращі (табл. 5, 6).

Таблиця 5

Розрахунок показника ековаленсії Шукля (Shukla 1972) потомства на родинних плантаціях у Вінницькій та Хмельницькій областях (С₁, І₂, Б₃)

Родина	$H_{\text{ср}}$, м	Дисперсія стабільності (Stab. var)	Середньоквадратичне відхилення	Ековаленсія (Ecovalence)
В-105	1,72	0,206049	0,011900	0,364053
В-22	1,68	0,055216	0,051844	0,105482
В-33в	1,55	0,024399	0,058953	0,052653
В-40	1,57	0,016516	0,004686	0,039139
В-43	1,47	0,012616	-0,002128	0,032453
В-46	1,67	0,006916	0,012732	0,022682
В-48	1,73	0,064266	-0,002231	0,120996
В-50	1,54	0,495649	0,053321	0,860510
В-53	1,54	0,050216	0,093111	0,096910
В-54	1,68	0,047216	0,056269	0,091767
В-72	1,59	-0,002134	-0,001406	0,007167
В-8	1,73	0,021216	-0,000740	0,047196
Т-19	1,74	0,044516	0,073423	0,087139
Х-27	1,60	0,018249	0,001797	0,042110

За показниками Насара та Хінна (Nassar & Hühn 1987) найвищою екологічною стабільністю вирізняються потомства В-8, В-43 та В-72, а незадовільною – В-50, В-22 та В-105 (табл. 7). Згідно з ранжуванням потомства за продуктивністю та екологічною стабільністю найкращими генотипами є В-8 та В-48, які не лише мали найвищу продуктивність у різних умовах середовища, але й мали високу екологічну стабільність. Родини В-43 та В-50 мають найнижчі відповідні показники. Незважаючи на доволі високу продуктивність, значним ступенем нестабільності в умовах зміни середовища вирізняється генотип В-22. За допомогою пакету програм R-statistics розраховані показники екологічної пластичності та продуктивності потомств плюсових дерев (рис. 3).

Таблиця 6

Розрахунок показників екологічної стабільності Шукля (Shukla 1972) для потомства на родинних плантаціях у Вінницькій та Хмельницькій областях (С₁, І₂, Б₃)

Родина	$H_{\text{ср}}$, м (Yield)	Ранг (Rank)	Коригування рангу (Adj. Rank)	Ранг уточнення (Adj. rank)	Дисперсія стабільності (Stab. var)	Індекс стабільності продуктивний (YSi)	Стійкість до середовища
В-105	1,72	11	1	12	0,206049	12	+
В-22	1,68	10	1	11	0,055216	11	+
В-33в	1,55	4	-1	3	0,024399	3	-
В-40	1,57	5	-1	4	0,016516	4	-
В-43	1,47	1	-1	0	0,012616	0	-
В-46	1,67	8	1	9	0,006916	9	+
В-48	1,73	12	1	13	0,064266	13	+
В-50	1,54	3	-1	2	0,495649	2	-
В-53	1,54	2	-1	1	0,050216	1	-
В-54	1,68	9	1	10	0,047216	10	+
В-72	1,59	6	-1	5	-0,002134	5	-
В-8	1,73	13	1	14	0,021216	14	+
Т-19	1,74	14	1	15	0,044516	15	+
Х-27	1,60	7	-1	6	0,018249	6	-

Таблиця 7

**Показники екологічної стабільності походжень на родинних плантаціях (С₁, І₂, Б₃)
 за показниками Насара і Хінна (Nassar & Hühn, 1987)**

Родина	$H_{\text{ср}}, \text{ м}$	S1	S2	S3	S6
B-105	1,72	0,667	49,000	7,681	1,575
B-22	1,68	3,167	31,750	7,267	1,600
B-33в	1,55	3,000	21,000	4,353	1,294
B-40	1,57	2,000	14,333	4,333	1,333
B-43	1,47	1,000	9,000	0,539	0,769
B-46	1,67	1,333	4,333	3,267	1,067
B-48	1,73	0,333	24,333	1,724	0,690
B-50	1,54	0,000	56,333	10,667	1,778
B-53	1,54	3,000	24,333	4,800	1,600
B-54	1,68	1,333	20,333	4,382	1,127
B-72	1,59	0,667	1,333	0,371	0,400
B-8	1,73	0,500	20,583	1,647	0,588
T-19	1,74	3,667	31,000	3,694	0,936
X-27	1,60	1,333	20,333	3,250	1,000

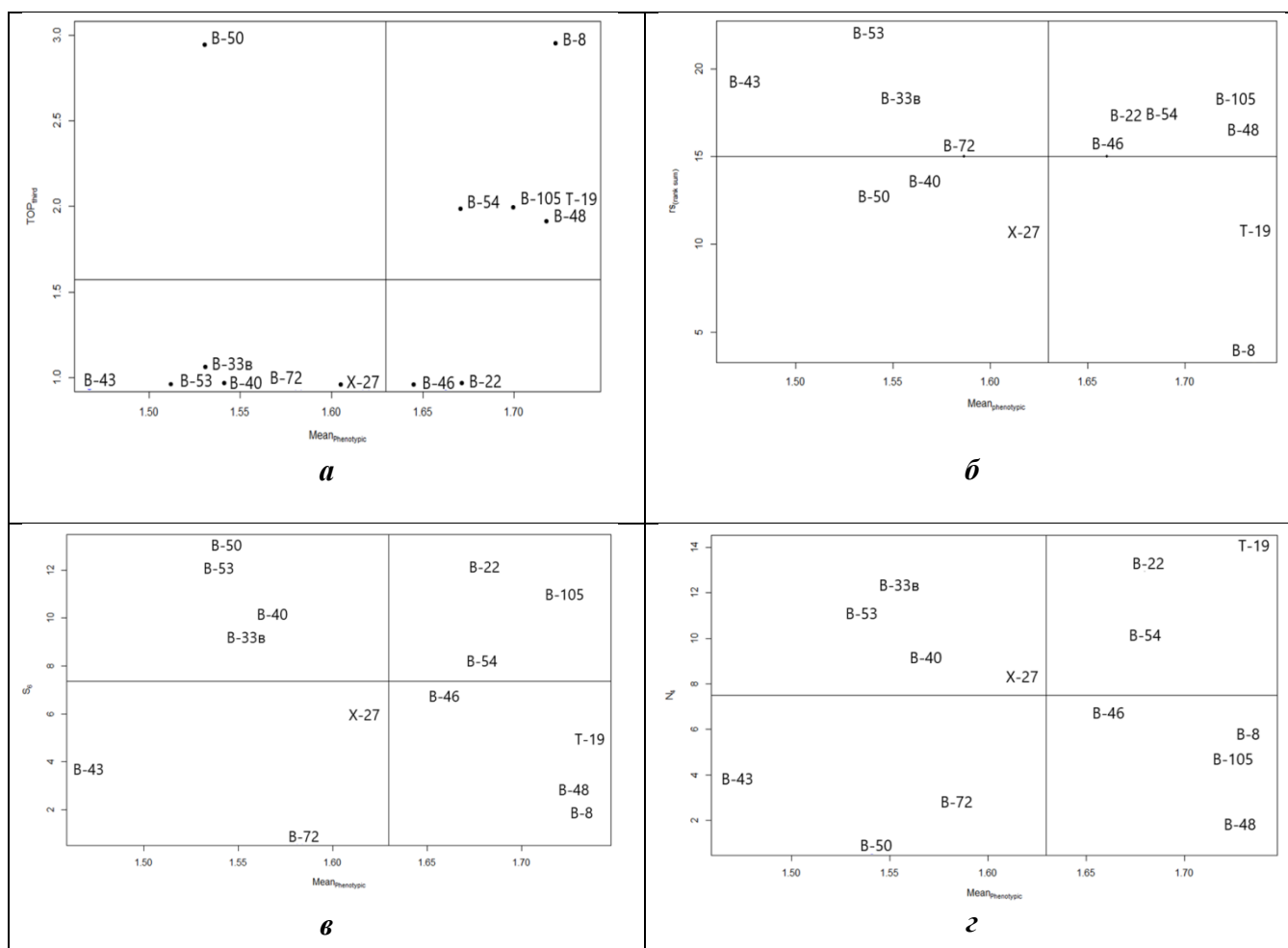


Рис. 3 – Показники потомства плюсових дерев: а – екологічна пластичність та енергія росту за ранговим показником переваги генотипу (Fox et. al. 1990); б – екологічна стабільність Канга та енергія росту в умовах зміни середовища (Kang & Pham 1991); в – рангові параметри стабільності Хінна та енергії росту в умовах зміни середовища (Nassar & Hühn 1987); з – екологічна стабільність Тенерасу (N₄) та енергія росту в умовах зміни середовища (Thenparasu 1995)

За показниками екологічної стабільності (Shukla 1972, Nassar & Hühn 1987, Fox et al. 1990, Kang & Pham 1991, Thennarasu 1995) та висотою найкращими є потомства плюсових дерев В-8, В-22, В-46, В-48, В-54, В-105, Т-19. Особливо перспективним є потомство плюсового дерева В-54, яке є серед п'яти найкращих за усіма показниками.

Висновки. В разі переміщення родин дуба звичайного з північного напрямку (північна частина Хмельницької області, м. Славута) до південного (південна частина Вінницької області, м. Бершадь) частка фенотипової мінливості, зумовлена умовами середовища, зростає. Для північної локалізації родин 7-річного віку коефіцієнт успадкування h^2 за висотою становить 0,257. В оптимальних ґрунтово-гідрологічних умовах частка мінливості потомства, що зумовлена генетичними властивостями деревних порід, є більшою понад удвічі ($h^2 = 0,688$) для всіх досліджуваних генотипів.

За показниками екологічної стабільності в умовах навколишнього середовища та за енергією росту за висотою найкращими є потомства плюсових дерев вінницького (В-8, В-22, В-46, В-48, В-54, В-105) та тернопільського (Т-19) походжень. Найперспективнішим є плюсове дерево В-54, потомство якого було найкращим за всіма розрахованими показниками екологічної пластичності та стабільності.

Концепція тестування плюсових дерев має включати низку послідовних етапів перевірки в широкому діапазоні умов середовища та наступний аналіз їхніх продуктивності та екологічної стабільності із застосуванням моделі «генотип – середовище».

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Becker, H. B. and Leon, J. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breed*, 101: 123.
- Bilous, V. I. 2004. Selection and seed production of oak. Cherkasy, НІТЕКХІМ, 200 p. (in Ukrainian).
- Breeder [BreedR: an statistical R-package for genetic evaluation of trees]. 2018. [Electronic resource]. Available at: <http://www.trees4future.eu/tools/breedr.html> (accessed 11.10.2022).
- Capra, E. P., Muñoz, F., Sanchez, L., Cantet, R. J. C. 2015. A novel individual-tree mixed model to account for competition and environmental heterogeneity: a Bayesian approach. *Tree Genetics and Genomes*, 11 (6): 1–15.
- Davydova, N. I. 1967. Selection of plus-trees of English oak and estimation of their progeny and vegetative reproduction. PhD thesis. Kharkiv, 24 p. (in Russian).
- Dia, M., Wehner, T., Arellano, C. 2016. Analysis of genotype × environment interaction (G×E) using SAS Programming. *Agronomy journal. Biometry, modeling and statistics*, 108: 1838–1852.
- Dyshko, V. A. and Torosova, L. O. 2018. A comprehensive assessment of candidates to synthetic variety-populations in the Scots pine variety tests in Gutyanske forest enterprise. *Forestry and Forest Melioration*, 132: 56–65 (in Ukrainian).
- Eberhart, S. A. and Russell, W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*, 6: 36–40.
- Fox, P. N., Skovmand, B., Thompson, B. K., Braun, H. J., Cormier, R. 1990. Yield and adaptation of hexaploid spring triticale. *Euphytica*, 47: 57–64.
- Francis, T. R. and Kannenberg, L. W. 1978. Yield stability studies in short-season maize I. A descriptive method for grouping genotypes. *Can. J. Plant Sci*, 58: 1029–1034.
- Furdychko, O. I. and Neyko, I. S. 2019. Ecological model of "genotype-environment" assessment of productivity and stability of the main forest-forming species in Ukraine. *Sustainable Nature Management*, 1: 5–14 (in Ukrainian).
- Hayda, Yu. I., Popadynets, I. M., Yatsyk, R. M., Yatsyk, R. M., Parpan, V. I., Humeniuk, I. R., Kukharskyi, T. V., Tyrchyk, A. B., Kozatska, N. Ya., Trentovskyi, V. V. 2008. Forest genetic resources and their preservation in Ternopil region. Ternopil, Pidruchnyky i posibnyky, 288 p. (in Ukrainian).
- Hayda, Yu. I., Sishchuk M. N., Yatsyk R. M. 2013. Environmental stability and plasticity of growth traits of *Quercus robur* L. and *Pinus sibirica* Du Tour. in provenance trials. *Scientific Bulletin of UNFU*, 23.13: 101–109 (in Ukrainian).
- Hayda, Yu. I., Yatsyk, R. M., Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Neyko, I. S., Trentovskyi, V. V. 2011. Genetic variation of the shape of the trunk in semisibs *Quercus robur* L. in 23-year-old test plantings in Western Podillia. *Scientific Bulletin of NAU*, 164: 157–167 (in Ukrainian).
- Hamann, A., Gylander, T., Chen, P. Y. 2011. Developing seed zones and transfer guide-lines with multivariate regression trees. *Tree Genetics and Genomes*, 7 (2): 399–408.
- Hamann, A., Koshy, M. P., Namkoong, G., Ying, C. C. 2000. Genotype × environment interactions in *Alnus rubra*: developing seed zones and seed transfer guidelines with spatial statistics and GIS. *Forest Ecology and Management*, 136 (1–3): 107–119.
- Hanson, W. D. 1970. Genotypic stability. *Theor. Appl. Gen*, 40: 226–231.
- Hühn, M. 1990. Nonparametric measures of phenotypic stability. *Euphytica*, 47: 189–194.

Hühn, M. 1996. Nonparametric analysis of genotype × environment interaction by ranks. In: Kang, M. S. & Gauch, H. G. (Eds.). Genotype by environment interaction. CRC Press, BocaRaton, FL., p. 213–228.

Kang, M. S. and Pham, H. N. 1991. Simultaneous selection for high yielding and stable crop genotypes. Agronomy Journal, 83: 161–165.

Lin, C. S. and Binns, M. R. 1988. A superiority measure of cultivar performance for cultivar location data. Can J. Plant Sci, 68: 193–198.

Los, S. A., Hryhorieva, V. H., Samodai, V. P., Neyko, I. S. 2018. Complex assessment of larch species and hybrids perspective for the Forest-Steppe of Ukraine conditions. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 16: 62–70 (in Ukrainian).

Los, S. A., Neyko, I. S., Hryhorieva, V. H., Plotnikova, O. M. 2012. Results of the test of 25-year-old progeny of English oak trees in Khmelnytskyi region. Forestry and Forest Melioration, 120: 44–50 (in Ukrainian).

Mazhula, O. S., Lukianets, V. A., Bulat, A. H. 2007. Comprehensive selection of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands and trees to create a seed base. Forestry and Forest Melioration, 111: 176–181 (in Ukrainian).

Methodology of Variety Testing of Forest Tree Species. Departmental testing (new edition). 2019. Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Torosova, L. O., Hayda, Yu. I., Vysotskaya, N. Yu., Yatsyk, R. M., Grigorieva, V. G., Plotnikova, O. M., Shlonchak, G. A., Mitrochenko, V. V., Dishko, V. A. (Eds.). Kharkiv, URIFFM, 37 p. (in Ukrainian).

Patlay, I. M. and Molotkov, P. I. 1997. Methodology of forest tree species variety testing in Ukraine. Kyiv, 40 p. (in Ukrainian).

Nassar, R. and Hühn, M. 1987. Studies on estimation of phenotypic stability: Tests of significance for nonparametric measures of phenotypic stability. Biometrics, 43: 45–53.

Neyko, I. S. and Kolchanova, O. V. 2018. Adaptability and growth characteristics of poplar varieties in the conditions of Podillia. Scientific Bulletin of UNFU, 28 (7): 53–56 (in Ukrainian).

Pyatnytskyi, S. S. 1954. Tree breeding of English oak. Moscow, Goslesbumizdat, 148 p. (in Russian).

Shukla, G. K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. Heredity, 29: 237–245.

Tai, G. C. 1971. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. Crop Sci, 11: 184–190.

Tereshchenko, L. I., Samodai, V. P., Los, S. A. 2011. The results of the study of the first progeny test of Scots pine in Ukraine. Forestry and Forest Melioration, 118: 128–136 (in Ukrainian).

Thenarasu, K. 1995. On certain non-parametric procedures for studying genotype environment interactions and yield stability. PhD thesis. PJ School IARI, New Delhi, India.

Ukalska, J., Smialowski, T., Ukalski, K. 2011. Comparison of parametric and non-parametric stability measures on the basis of data from preliminary trails with winter rye. Bulletin of the Institute of Cultivation and Plant Acclimatization, 260: 263–272.

WorldClim [Global climate and weather data]. 2022. [Electronic resource]. Available at: <https://www.worldclim.org> (accessed 11.10.2022).

Wricke, G. 1962. Bei eine Methode zur Erfassung der ökologischen Streubreite in Feldversuchen. Z. Pflanzenzüchtg, 47: 92–96.

Neyko I. S.¹, Neyko O. V.¹, Vasylevskyi O. G.¹, Pozniakova S. I.², Smashniuk L. V.¹, Yelisavenko Yu. A.¹, Bohoslovska M. S.¹, Zlenko O. P.¹

FEATURES OF THE USAGE OF THE GENOTYPE-ENVIRONMENT MODEL IN THE INDIVIDUAL SELECTION OF PROMISING ENGLISH OAK (*QUERCUS ROBUR* L.) GENOTYPES IN THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE

¹Vinnytsia Forest Research Station

²State Biotechnological University

The article outlines a theoretical generalization of the ecological and genetic approaches to the individual selection of promising genotypes based on the genotype-environment interaction model. The research was conducted in three seedling seed orchards represented by English oak 7-year-old progenies. The orchards are located in the northern part of Khmelnytskyi region and the central and southern parts of Vinnytsia region. We used the following parameters of the genotype-environment interaction: Shukla's equivalency, Nassar and Hinn's plasticity index, Fox's rank indicator of genotype superiority; indicators of ecological stability of Kang; Hinn's stability indices; indicators of ecological stability of Thenarasu. The most promising genotypes of English oak were selected according to their productivity and ecological stability in progeny tests in different environmental conditions. The phenotypic variability caused by the environmental factors increases under their change. The share of genetic variability for the progenies located in optimal climatic and soil-hydrological conditions increases more than twice. The genotypes of the plus trees of Vinnytsia (B-8, B-22, B-46, B-48, B-54, B-105) and Ternopil (T-19) origins are the most promising according to the parameters of ecological stability and growth energy.

Key words: seedling seed orchards, progeny, genotype, environment, plus trees.

E-mail: ihor_neyko@ukr.net

Одержано редколлегією 25.10.2022



Л. В. СМАШНЮК

**ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ КЛІМАТИПІВ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО
В УМОВАХ ВІННИЧЧИНИ**

Державне підприємство «Вінницька лісова науково-дослідна станція»

Обстежено 50-річні географічні культури дуба звичайного (*Quercus robur* L.), створені в умовах ДП «Вінницьке лісове господарство». На ділянці представлено 65 кліматичних екотипів із 10 кліматичних областей, 17 лісонасінневих районів та 20 підрайонів колишнього СРСР. За значеннями показника успішності росту (*G*) кліматипи поділили на кращі, гірші та найгірші. Отримані результати дали змогу виявити кліматипи, які навіть у разі переміщення на значну відстань вирізнялись інтенсивним ростом і високою збереженістю. Кращими в умовах Вінниччини виявилися бежицький № 64 (Брянська область, РФ), старокостянтинівський № 1 (Хмельницька область, Україна), тростянецький № 17 (Сумська область, Україна), червенський № 52 (Мінська область, Білорусь) та голованівський № 16 (Кіровоградська область, Україна) кліматипи. Найгірші результати росту та збереженості зафіксовані у східних (Ульянівська область РФ, Башкірія, Чувашія, Татарська АРСР) та північно-західних (Естонія, Литва, Латвія, Ленінградська область) кліматипів.

Ключові слова: *Quercus robur* L., географічні культури, кліматичний екотип, показник успішності росту.

Вступ. Географічні культури протягом більш ніж століття залишаються важливим інструментом вивчення внутрішньовидової мінливості лісових деревних видів, а також відіграють важливу роль як об'єкти збереження лісових генетичних ресурсів *ex situ*. Нині географічні культури почали розглядати як доволі потужний інструмент визначення кліматичних меж адаптації лісових порід до нових умов навколишнього природного середовища, що є особливо актуальним в умовах глобального потепління (Hayda 2014).

Географічні культури дуба звичайного в Україні створюють і досліджують від початку минулого століття. За цей період створено дев'ять ділянок географічних культур дуба, на яких презентовано 174 походження. За результатами їхнього дослідження в країні розроблено лісонасінневе районування та визначено допустимі відстані переміщення насіння за регіонами, в результаті для дуба звичайного виділено дев'ять лісонасінних районів і шість підрайонів (State of forest genetic resources 2014, Guidelines for forest seed production 2017).

Географічну мінливість дуба звичайного досліджували багато науковців. Найчастіше дослідники відзначали перевагу в рості та стійкості культур місцевого походження, а також географічних екотипів, кліматичні умови росту яких були подібні до умов регіону випробування (Patlay et al. 1975, Patlay 1984, Lukyanets 1979, Shutuyayev 1998, Samoday 2015, Patlay & Hayda 1988, Hayda 1989). Водночас іноді більш інтенсивний ріст, вищу стійкість, кращі фізико-механічні властивості деревини виявляли окремі віддалені екотипи. Так, в умовах Центрального Лісостепу особливо ефективним виявилось переміщення насіння в напрямку із заходу на схід із використанням насінневої бази посухостійких і продуктивніших дібров Одеської й Миколаївської областей та Молдови. Дальність переміщення насіння при цьому не перевищувала 600 км (Lukyanets 1979). Водночас переміщення жолудів зі східних популяцій, розташованих у зоні інтенсивного усихання дуба під впливом мікозів і бактеріозів, в інші райони, особливо в півдні, на думку А. М. Шутяєва, не є припустимим у зв'язку з поширенням із жолудями інфекції, що викликає всихання культур (Shutuyayev 1998).

Мета дослідження – виявлення особливостей росту та збереженості кліматипів дуба звичайного в умовах Вінниччини та визначення доцільності їхнього подальшого використання для створення лісових культур у регіоні.

Матеріали й методи. Об'єктом дослідження були географічні культури дуба звичайного, створені навесні 1964 р. у кв. 20 Тиврівського лісництва Вінницького лісгоспу під керівництвом проф. Д. Д. Лавриненка та наукового співробітника В. І. Порви в ході виконання державної теми № 4 «Повышение продуктивности лесных культур» – розділ І підрозділ І «Создание географических культур дуба черешчатого» (Establishment of English

oak provenance test 1964). Свого часу ці географічні культури досліджували Д. Д. Лавриненко та В. І. Порва (Lavrinenko & Porva 1967, 1977), І. М. Патлай та О. В. Бойко (Patlay & Boyko 1977), І. С. Нейко, Л. В. Смашнюк та Ю. А. Єлісавенко (Neuko et al. 2014).

На ділянці проходять випробовування 65 кліматичних екотипів. Спектр презентованих походжень є доволі широким і в меридіанному напрямку охоплює ареал виду від Шилуте (Литва) до Башкортостану (Південний Урал), в широтному – від Санкт-Петербурга (РФ) до Мелітополя (Україна). За кількістю представлених походжень цей об'єкт можна вважати унікальним.

Відповідно до типологічної класифікації клімату за Д. Д. Лавриненком (Lavrinenko 1965) у культурах ростуть екотипи з 10 кліматичних областей. Переважна більшість походжень – це представники порівняно м'якого помірно теплого клімату (I ζ кліматоп) та порівняно континентального помірно теплого клімату (II ξ), тобто районів, близьких або майже близьких до місцевих умов (кліматоп I ζ).

За лісонасінневим районуванням колишнього СРСР (Forest seed zoning 1982) на площі презентовано провенієнції дуба звичайного із 17 лісонасінневих районів і 20 підрайонів – від Південнотайгового західного до Степового.

Переважає більшість варіантів за багатством ґрунту та його вологістю – це дібровні екотипи зі значним переважанням представників свіжих дібров (D₂).

Назви кліматипів відповідають назвам лісгоспів 1963–1964 рр., на території яких збирали насіння дуба. Кожному кліматипу було надано індивідуальний номер. Контрольним вважали вінницький кліматип (табл. 1)

Таблиця 1

Географічне походження материнських насаджень дуба звичайного

Шифр кліматипу	Географічне походження насінневого матеріалу (країна, область, лісове господарство, лісництво)	Географічні координати*		Едаєтоп	Кліматоп	Лісонасінневий район
		пн. ш.	сх. д.			
1	УРСР, Хмельницька, Старокостянтинівське, Красилівське	49°39'	26°58'	D ₂	I ζ	15б
3	БРСР, Брестська, Ганцевичське, Люсинське	52°37'	26°30'	D ₃	I ζ	13а
4	УРСР, Житомирська, Попільнянське, Попільнянське	49°58'	29°27'	D ₂	I ζ	16а
5	УРСР, Київська, Білоцерківське, Білоцерківське	49°50'	30°03'	D ₂	I ζ	16а
6	УРСР, Чернівецька, Чернівецьке, Жучківське ¹	48°21'	25°58'	D ₂	I ζ	14
7	РРФСР, Волгоградська, Середньоохтубінське, Середньоохтубінське	48°53'	45°01'	D ₄ нігр.	III η	24б
8	РРФСР, Московська, Подільське, Подільське	55°18'	37°30'	C ₃	II ε	9а
9	РРФСР, Белгородська, Валуйське, Уразівське	50°05'	38°02'	D ₂	II ζ	17б
10	УРСР, Івано-Франківська, Коломийське, Шепарівське	48°33'	24°58'	D ₂	I ζ	15а
11	Литовська РСР, Паневежиська, Паневежиське, Спіракай	55°43'	24°21'	D ₃	I ε	7а
12	РРФСР, Тамбовська, Тамбовське, Пригородне	52°45'	41°30'	D ₄ запл.	II ζ	18
13	РРФСР, Ленінградська, Ломоносівське, Приморське	59°56'	29°24'	-	I δ	1
14	РРФСР, Смоленська, Велізьке, Юроцивське	54°59'	31°15'	-	II ε	9а
15	УРСР, Кіровоградська, Кремгесовське, Новогеоргіївське	49°05'	33°16'	D ₂	I ζ	16а
16	УРСР, Кіровоградська, Голованівське, Голованівське	48°20'	30°27'	D ₂	I ζ	16а
17	УРСР, Сумська, Тростянецьке, Нескучанське	51°15'	34°25'	D ₂	II ζ	16б

Продовження табл. 1

Шифр кліматигу	Географічне походження насінневого матеріалу (країна, область, лісове господарство, лісництво)	Географічні координати*		Едапот	Кліматоп	Лісонасінневий район
		пн. ш.	сх. д.			
19	УРСР, Запорізька, Мелітопольське, Старо-Бердянське	46°56'	35°29'	D ₁	II θ	25а
20	Чуваська АРСР, Канаське, Тобурдановське	55°21'	47°35'	D ₂	III ε	10
21	УРСР, Черкаська, Звенигородське, Шполянське	48°59'	31°23'	D ₂	I ζ	16а
22	БРСР, Мінська, Вілейське, Вілейське	54°29'	26°55'	D ₃ запл	I ε	7в
23	УРСР, Кіровоградська, Черноліське, Знам'янське	48°42'	32°40'	D ₂	I ζ	16а
24	УРСР, Харківська, Чугуєво-Бабчанське, Чугуївське	49°50'	36°40'	D ₂	II ζ	16б
25	Естонська РСР, Саяретаське, Куузимне ²	58°20'	22°11'	C ₃	I δ	3а
26	РРФСР, Саратовська, Балашівське, Падовське	51°33'	43°08'	D ₂	II ζ	18
27	Башкирська АРСР, Іглинське, Іглинське	54°49'	56°24'	D ₂	III ε	21
28	УРСР, Луганська, Іванівське, Ковпаківське	48°12'	39°07'	D ₁	II η	23б
29	Естонська РСР, Раквереське, Симера	59°20'	26°21'	D ₃	I δ	3а
30	УРСР, Полтавська, Гадяцьке, Зіньківське	50°12'	34°21'	D ₂	II ζ	16б
31	Башкирська АРСР, Туймазинське, Троїцьке	54°36'	53°42'	D ₃	III ε	11
32	РРФСР, Калузька, Калузьке, Рожківське	54°36'	36°24'	C ₂	II ε	9а
33	РРФСР, Орловська, Дмитрівське, Долбенківське	52°24'	35°21'	D ₂	II ζ	17а
34	БРСР, Могильовська, Осиповицьке, Вяз'євське	53°21'	28°41'	D ₃	II ε	8а
35	РРФСР, Волгоградська, Калачевське, Правобережне	48°41'	43°32'	D ₁	III η	24б
36	УРСР, Івано-Франківська, Івано-Франківське, Галицьке	49°08'	24°48'	D ₂	I ζ	15а
37	РРФСР, Тульська, Чекалінське, Південно-Ватцевське	54°02'	36°29'	D ₂	II ε	9а
38	УРСР, Чернігівська, Ніжинське, Мринське	51°03'	31°32'	D ₃	II ζ	16б
39	УРСР, Дніпропетровська, Дніпропетровське, Великомихайлівське	47°58'	36°28'	D ₂	II η	23б
40	УРСР, Черкаська, Кам'янське, Грушківське	49°05'	32°12'	D ₂	I ζ	16а
41	УРСР, Рівненська, Острозьке, Хорівське	50°24'	26°26'	D ₂	I ζ	13б
42	УРСР, Одеська, Котовське, Котовське ³	47°44'	29°32'	D ₁	I η	23а
43	УРСР, Сумська, Сумське, Іволжанське	51°04'	34°54'	D ₂	II ζ	16б
44	Литовська РСР, Шилутське, Саугозьке	55°27'	21°27'	C ₃	I ε	7а
45	РРФСР, Ульяновська, Мелекеське, Мелекеське	54°13'	49°34'	C ₂	III ε	11
46	Латвійська РСР, Огрське	56°49'	24°36'	D ₃	I ε	7б
47	УРСР, Житомирська, Бердичівське, Богданівське	49°54'	28°18'	D ₂	I ζ	16а
49	Татарська АРСР, Заїнське, Ямашинське	55°06'	51°36'	D ₂	III ε	11
50	Латвійська РСР, Вараклянське, Борковське	56°36'	26°45'	D ₃	I ε	7б
51	УРСР, Волинська, Володимир-Волинське, Порицьке	50°37'	24°27'	C ₂	I ζ	13б
52	БРСР, Мінська, Червенське, Червенське	53°42'	28°25'	-	I ε	8а
53	Молдавська СРСР, Оргіївське, Іванчське	47°17'	28°51'	D ₂	I η	15в
54	РРФСР, Псковська, Невельське, Усвятське	56°29'	30°54'	C ₂	I ε	3б
55	УРСР, Харківська, Вовчанське, Рубіжанське	50°17'	36°56'	D ₂	II ζ	16б
56	УРСР, Одеська, Балтське, Будейське	47°56'	29°37'	D ₂	I η	23а
57	РРФСР, Ульяновська, Новочеремшанське, Салаванське	54°21'	50°10'	C ₂	III ε	11
58	РРФСР, Воронежська, Воронцовське, Красноє	50°36'	40°21'	D ₂₋₁	II ζ	17б
59	БРСР, Брестська, Брестське, Брестське	52°04'	23°46'	C ₃	I ζ	13б
60	БРСР, Могильовська, Костюковицьке, Деряженське	53°20'	32°02'	D ₃	II ζ	8а
61	УРСР, Львівська, Золочівське, Ожидівське ⁴	49°58'	24°49'	-	I ζ	15а
62	УРСР, Луганська, Луганське, Красноярське	48°17'	39° 28'	D ₂	II η	23б
63	УРСР, Харківська, Богодухівське, Пархомівське ⁵	50°07'	35°00'	D ₂	II ζ	16б
64	РРФСР, Брянська, Бежицьке	53°16'	34°12'	CD ₃ запл	II ε	9а
65	УРСР, Сумська, Роменське, Глинське	50°44'	33°29'	D ₂	II ζ	16б
67	Молдавська РСР, Сороцьке, Сороцьке	48°09'	28°17'	D ₂	I η	15в
68	УРСР, Полтавська, Полтавське, Розсошенське	49°32'	34°30'	D ₂	II ζ	16а

Закінчення табл. 1

Шифр кліматипу	Географічне походження насінневого матеріалу (країна, область, лісове господарство, лісництво)	Географічні координати*		Едафот	Кліматот	Лісонасінневий район
		пн. ш.	сх. д.			
69	УРСР, Дніпропетровська, Дніпропетровське, Пятихатське	48°24'	33°42'	D ₁₋₂	II η	236
К	УРСР, Вінницька, Вінницьке, Тиврівське	49°00'	28°30'	D ₂	I ζ	156

Примітки: *Зазначено географічні координати найближчого населеного пункту.

¹Жучківське лісництво в сучасному складі ДП «Чернівецьке лісове господарство» відсутнє, нині це Садгирське лісництво.

²Можливо, мова йде про село Куусе (Куузе), Сааремааська волость, Саареський край.

³Котовське лісництво нині має назву Подільське.

⁴Ожидівське лісництво нині перебуває в складі ДП «Буське лісове господарство».

⁵Пархомівське лісництво нині входить до складу ДП «Гусятинське лісове господарство».

Район закладання культур розташований у характерних для Центрального Лісостепу природно-кліматичних умовах (табл. 2).

Таблиця 2

Кліматичні показники району дослідження (за даними Вінницького ЦГМ)

Географічні координати об'єкта	Температура, °C			Тривалість періоду (днів)				Сума опадів, мм		
	середньорічна	січня	липня	безморозного	з температурою повітря понад				за період вегетації	за рік
					0°	5°	10°	15°		
N 49°00' E 28°30'	7,2	-6	24	165	250	205	160	110	290	550

Ділянка під культури була свіжим зрубом, очищеним від підліску, підросту та порубкових залишків. Підготовку ґрунту проводили вручну. Ґрунт – сірий лісовий суглинок. Тип лісу – свіжа грабова діброва подільського підтипу (D₂). Рельєф рівний, дещо хвилястий. Площа ділянки – 4,85 га.

Всі варіанти досліду закладено в одній повторності. Різні провенієнції дуба розміщували блоками розміром 20,0 × 25,0 м. Схема розміщення рослин – 2,0 × 0,7 м.

Географічні культури дуба звичайного у 50-річному віці досліджували за трьома показниками: збережуваність, середня висота й середній діаметр. Збережуваність кліматипів визначали як частку від початкової кількості саджанців у блоці. Ростові показники визначали відповідно до загальноприйнятої у таксації методики (Instructions for organizing the forest fund 2006).

Успішність росту кліматипів визначали за модифікованою методикою, розробленою М. Д. Мерзленком (Merzlenko & Koturanov 2003) на основі методики IUFRO (Giertych 1979). Для цього вираховували середні арифметичні показники росту кожного кліматипу \bar{X}_p та контролю \bar{X}_m . Визначали географічний диференціал, або абсолютну успішність росту провенієнцій U шляхом віднімання від отриманих середньоарифметичних показників росту для кожного кліматипу середньоарифметичного значення контролю ($U = \bar{X}_p - \bar{X}_m$). Відносну успішність росту кліматипів Q розраховували шляхом ділення абсолютної успішності на стандартне відхилення всієї вибірки: $Q = U/S$, де S – стандартне відхилення всієї вибірки. Показник успішності росту кліматипів G знаходили як середнє арифметичне відносних значень показників успішності за збережуваністю, висотою та діаметром $((Q_z + Q_h + Q_d)/3)$. G контрольного кліматипу дорівнювало нулю.

Далі, залежно від величини розрахованого показника успішності росту G , кліматипи розподілили на чотири групи: I група – найгірші (G нижче за $-0,5$); II група – гірші (від $-0,5$ до 0); III група – кращі (від 0 до $+0,5$) та IV – найкращі (вище за $+0,5$).

Ростові показники порівнювали також за t -критерієм Стьюдента.

Статистичні показники визначали за допомогою програми Microsoft Excel.

Результати та обговорення. Згідно з результатами дослідження (табл. 3), збережуваність контрольного варіанта, незважаючи на найбільшу кількість висаджених екземплярів, становила 9,7 %. На рівні з контролем збереглися сумський та балахівський кліматипи. Найкращою збережуваністю характеризувалися ганцевецький екотип із Білорусії (14,3 %), огреський із Латвії (13,7 %) та голованівський з України (13,1 %), найменшою – новочеремшанський з Росії (4,0 %). Збережуваність решти кліматипів становила від 5,7 до 13,0 %.

Таблиця 3

Біометрична характеристика кліматипів дуба звичайного, презентованих у географічних культурах ДП «Вінницьке лісове господарство»

Шифр кліматипу	Збережуваність кліматипу, %	Середня висота			Середній діаметр		
		$M \pm m$, м	t до контролю	CV , %	$M \pm m$, см	t до контролю	CV , %
1	12,0	21,8 ± 0,24	0,72	7,2	24,7 ± 0,78	-0,67	20,4
3	14,3	21,4 ± 0,53	-0,36	17,6	22,6 ± 0,65	-3,46	20,2
4	9,1	21,2 ± 0,30	-1,21	8,0	23,7 ± 0,74	-1,87	17,7
5	7,1	21,8 ± 0,24	0,72	5,4	24,8 ± 0,94	-0,48	18,6
6	10,3	21,7 ± 0,20	0,41	5,5	24,3 ± 0,82	-1,08	20,3
7	6,6	19,5 ± 0,51	-3,97	12,3	25,0 ± 1,18	-0,24	22,2
8	7,1	20,3 ± 0,29	-4,04	7,0	24,5 ± 1,22	-0,62	24,3
9	12,0	20,8 ± 0,30	-2,42	9,5	24,3 ± 0,95	-0,96	25,2
10	10,6	21,5 ± 0,23	-0,37	6,5	25,4 ± 0,73	0,12	17,5
11	10,0	20,9 ± 0,27	-2,30	7,6	22,1 ± 0,97	-3,02	25,9
12	11,1	20,2 ± 0,25	-4,89	7,6	20,6 ± 0,71	-5,66	21,6
13	8,9	19,0 ± 0,31	-7,64	9,2	22,3 ± 0,90	-3,01	22,6
14	7,7	22,1 ± 0,13	2,62	3,1	24,5 ± 0,74	-0,93	15,4
15	6,6	21,7 ± 0,13	0,52	2,8	26,8 ± 1,25	1,13	21,8
16	13,1	21,3 ± 0,28	-0,96	9,0	24,1 ± 0,79	-1,33	22,2
17	10,3	21,5 ± 0,32	-0,29	9,0	25,9 ± 1,04	0,53	24,1
19	10,6	19,9 ± 0,34	-4,62	9,8	23,8 ± 1,03	-1,34	26,4
20	9,1	19,3 ± 0,31	-6,76	9,1	22,6 ± 0,95	-2,59	23,8
21	11,7	21,8 ± 0,20	0,82	6,0	24,2 ± 0,90	-1,10	23,8
22	12,9	21,9 ± 0,25	1,05	7,8	22,0 ± 0,62	-4,37	19,0
23	12,3	20,9 ± 0,30	-2,11	9,3	24,4 ± 1,00	-0,83	26,8
24	10,0	20,8 ± 0,39	-0,45	11,2	25,3 ± 1,24	0,59	29,0
25	12,6	19,4 ± 0,25	-7,68	8,6	21,3 ± 0,85	-4,20	26,5
26	9,7	20,4 ± 0,27	-3,95	7,7	24,4 ± 1,14	-0,74	27,2
27	9,1	18,3 ± 0,27	-10,85	8,2	22,0 ± 0,99	-3,06	25,4
28	9,4	20,2 ± 0,32	-4,01	9,2	22,5 ± 0,80	-3,08	20,5
29	7,1	19,6 ± 0,30	-6,04	7,8	23,7 ± 1,07	-1,39	22,5
30	6,6	21,5 ± 0,39	-0,24	8,4	25,3 ± 1,31	0,00	24,2
31	7,1	19,5 ± 0,27	-6,90	6,9	21,9 ± 0,86	-3,54	19,2
32	7,4	21,2 ± 0,25	-1,40	5,9	24,6 ± 1,19	-0,55	24,2
33	10,6	19,8 ± 0,32	-5,15	9,9	23,8 ± 1,06	-1,31	27,2
34	10,0	21,8 ± 0,27	0,66	7,2	23,2 ± 1,02	-1,90	25,9
35	5,7	20,3 ± 0,27	-4,27	5,8	24,4 ± 1,17	-0,72	20,9
36	11,7	20,9 ± 0,35	-1,86	10,7	24,4 ± 0,98	-0,84	25,8
37	10,0	22,0 ± 0,10	2,33	2,7	24,8 ± 0,67	-0,63	16,1
38	7,7	21,1 ± 0,49	-0,98	11,7	26,2 ± 1,26	0,68	24,5
39	8,0	19,5 ± 0,30	-6,34	8,1	23,0 ± 1,00	-2,11	22,7
40	8,6	21,9 ± 0,32	0,86	8,1	25,9 ± 1,27	0,45	26,8

Закінчення табл. 3

Шифр кліматипу	Збережуваність кліматипу, %	Середня висота			Середній діаметр		
		$M \pm m$, м	t до контролю	CV, %	$M \pm m$, см	t до контролю	CV, %
41	7,7	20,8 ± 0,34	-2,18	8,2	23,2 ± 1,02	-1,90	22,4
42	8,6	21,9 ± 0,40	0,71	10,0	24,5 ± 0,77	-0,91	17,3
43	9,7	21,7 ± 0,31	0,29	8,4	25,3 ± 0,84	0,00	19,5
44	10,9	21,0 ± 0,30	-1,81	8,9	22,5 ± 0,83	-2,99	22,7
45	7,4	20,2 ± 0,26	-4,74	6,4	23,6 ± 1,20	-1,33	25,3
46	13,7	21,1 ± 0,25	-3,49	8,1	23,4 ± 0,72	-2,89	21,4
47	7,7	21,7 ± 0,24	0,36	5,6	24,9 ± 0,96	-0,38	19,7
49	7,1	19,8 ± 0,29	-5,59	7,1	23,4 ± 1,11	-1,60	23,1
50	6,3	20,3 ± 0,99	-1,30	22,4	27,2 ± 1,70	1,08	28,7
51	7,7	20,9 ± 0,42	-1,58	10,3	24,7 ± 0,99	-0,56	20,4
52	10,0	22,2 ± 0,20	2,46	5,2	25,0 ± 1,04	-0,27	24,6
53	8,0	21,7 ± 0,23	0,37	5,6	26,9 ± 1,10	1,35	21,4
54	8,9	21,6 ± 0,19	0,00	5,0	24,9 ± 0,97	-0,38	21,7
55	9,1	21,5 ± 0,21	-0,40	5,6	24,9 ± 0,91	-0,40	20,7
56	8,3	20,9 ± 0,37	-1,77	9,5	23,9 ± 1,11	-1,18	24,7
57	4,0	18,3 ± 0,62	-5,19	12,3	22,4 ± 1,63	-1,72	26,3
58	7,1	21,3 ± 0,24	-1,08	5,5	22,9 ± 0,94	-2,32	20,0
59	10,9	21,4 ± 0,35	-0,53	10,0	25,4 ± 1,07	0,09	25,9
60	9,4	21,8 ± 0,20	0,66	5,3	23,4 ± 0,82	-2,05	20,1
61	10,3	21,5 ± 0,27	-0,33	7,7	24,4 ± 0,98	-0,84	24,2
62	8,0	19,9 ± 0,50	-3,27	13,1	23,7 ± 1,44	-1,06	31,6
63	9,4	21,1 ± 0,31	-1,47	8,5	24,0 ± 1,24	-0,99	29,8
64	11,4	22,1 ± 0,15	2,44	4,2	24,7 ± 0,87	-0,62	22,2
65	9,4	21,5 ± 0,37	-0,25	9,8	25,8 ± 1,21	0,39	26,8
67	6,3	21,1 ± 0,30	-1,51	6,6	24,3 ± 1,00	-0,92	18,8
68	6,3	21,7 ± 0,37	0,25	7,7	27,2 ± 1,50	1,22	25,3
69	8,6	19,6 ± 0,53	-3,65	14,8	26,0 ± 1,32	0,50	27,8
К	9,7	21,6 ± 0,14	–	9,5	25,3 ± 0,43	–	24,7

Примітка. Грубим шрифтом виділено статистично значуще перевищення при $p = 0,05$.

Середня висота досліджуваних кліматипів становила від 18,3 до 22,1 м, середній діаметр – від 20,6 до 27,2 см. 19 кліматипів перевершували місцевий кліматип за середньою висотою (на 0,1–0,5 м), 14 кліматипів – за середнім діаметром (на 0,1–1,9 см). Водночас за t -критерієм Стьюдента з достовірністю 95 % суттєво перевершували контроль за висотою лише чотири кліматипи: велізький (№ 14), чекалінський (№ 37), червенський (№ 52) та бежицький (№ 64); суттєво поступалися контролю 23 варіанти. За середнім діаметром статистично значущих перевищень не виявлено, але 14 варіантів суттєво поступалися контролю.

Коефіцієнт індивідуальної мінливості в межах кліматипів варіював за висотою від 2,7 до 22,4 %, за діаметром – від 15,4 до 31,6 %, що за емпіричною шкалою С. О. Мамаєва (Мамаєв 1972) відповідає дуже низькому та середньому і середньому та високому рівням відповідно. Мінливість кліматипів була низькою як за середньою висотою (4,6 %), так і за середнім діаметром (5,8 %).

Розрахований показник успішності росту кліматипів G дав змогу виявити кліматипи, які навіть у разі переміщення на значну відстань характеризувалися інтенсивним ростом і високою збереженістю. Так, до групи кращих (III група) увійшли 15 кліматипів дуба звичайного, з яких 7 кліматипів мали іншорайонне походження (№ 64 бежицький та № 37 чекалінський, РФ; № 52 червенський, № 59 брестський та № 3 ганцевецький, Білорусь; № 53 оргівський, Молдова; № 46 огрський, Латвія); решта мають українське походження (№ 1 старокостянтинівський, Хмельницька область, № 17 тростянецький, Сумська область, № 16 голованівський Кіровоградська область, № 21 звенигородський, Черкаська область, № 10

коломиївський, Івано-Франківська область, № 40 кам'янський, Черкаська область, № 65 роменський та № 43 сумський, Сумська область.

До II групи (гірші) увійшли 12 кліматипів українського походження (№ 5 білоцерківський, № 47 бердичівський, № 38 ніжинський, № 42 котовський, № 24 чугуєво-бабчанський, № 55 вовчанський, № 61 золочівський, № 36 івано-франківський, № 6 чернівецький, № 15 кремгесовський, № 68 полтавський та № 23 чорноліський) та 6 кліматипів іншорайонного походження (№ 9 валуйський, № 54 невелиський та № 14 велізький, РФ; № 34 осиповицький, № 60 костюковицький та № 22 вілейський, Білорусь).

Найгірші результати одержали східні (Ульянівська область РФ, Башкірія, Чувашія, Татарська АРСР) та північно-західні (Естонія, Литва, Латвія, Ленінградська область) кліматипи. Серед варіантів українського походження найгіршими виявилися дніпропетровський № 39 і № 69, луганський № 62, іванівський № 28, острозький № 41, володимир-волинський № 51, попільнянський № 4, балтський № 56, мелітопольський № 19, гадяцький № 30 та богодухівський № 63 кліматипи.

Кліматипи з найкращою успішністю росту (IV група) були відсутні (рис. 1)

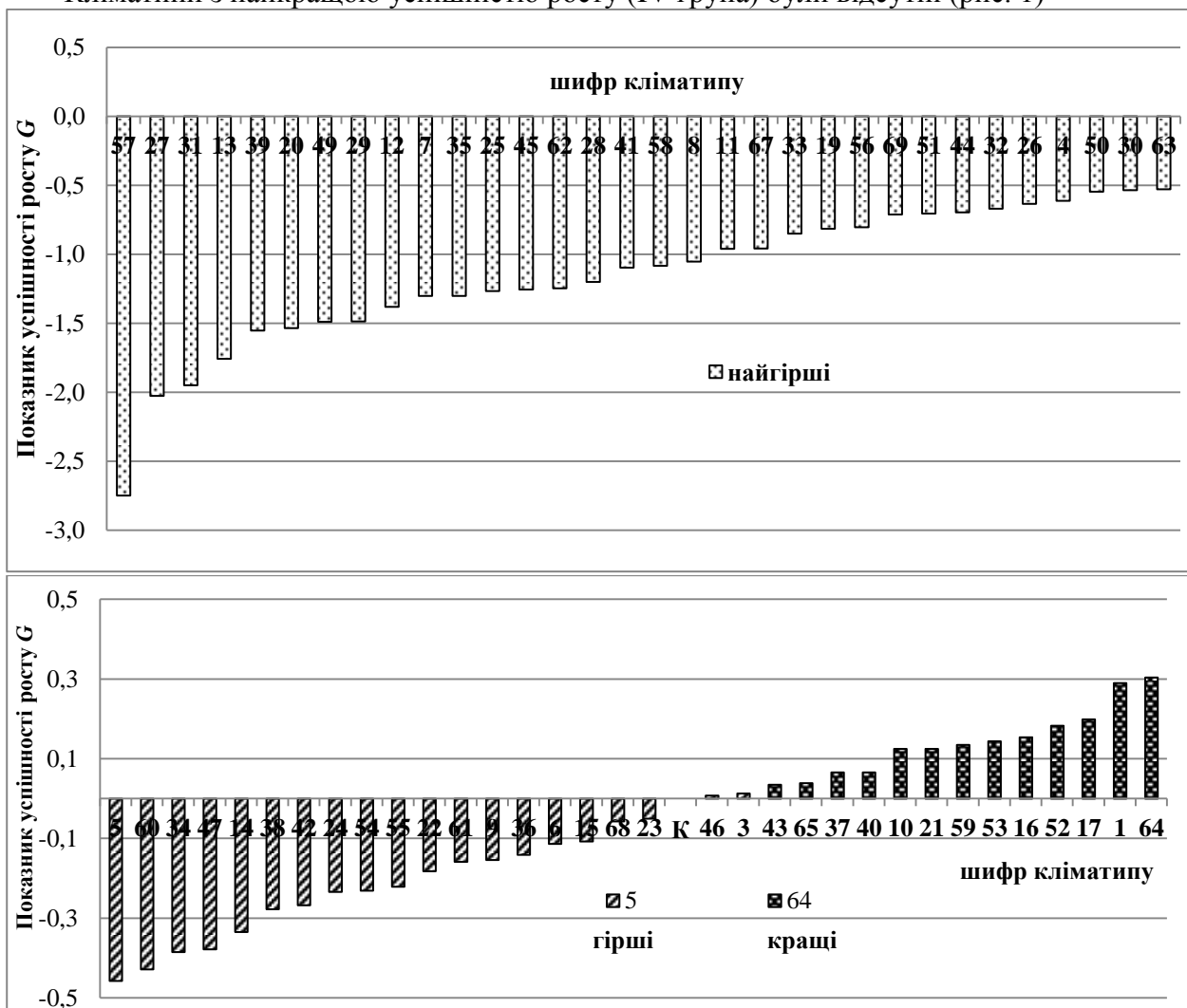


Рис. 1 – Показник успішності росту G кліматипів дуба звичайного в географічних культурах ДП «Вінницьке лісове господарство»

Висновки. В умовах Вінниччини визначено кращі за успішністю росту 15 кліматипів: № 64 бежицький (Брянська область, РФ), № 1 старокостянтинівський (Хмельницька область, Україна), № 17 тростянецький (Сумська область, Україна), № 52 червенський (Мінська область, Білорусь), № 16 голованівський (Кіровоградська область, Україна), № 53

оргіївський (Молдавія), № 59 брестський (Брестська область, Білорусь), № 21 звенигородський (Черкаська область, Україна), № 10 коломийський (Івано-Франківська область, Україна), № 40 кам'янський (Черкаська область, Україна), № 37 чекалінський (Тульська область, РФ), № 65 роменський (Сумська область, Україна), № 43 сумський (Сумська область, Україна), № 3 ганцевецький (Брестська область, Білорусь) та № 46 огрський (Латвія) кліматипи.

Найгірші показники росту мали східні (Ульянівська область РФ, Башкірія, Чувашія, Татарська АССР) та північно-західні (Естонія, Литва, Латвія, Ленінградська область) кліматипи. Серед кліматипів українського походження найгіршими виявилися дніпропетровські № 39 та № 69, луганський № 62, іванівський № 28, острозький № 41, володимирволинський № 51, попільнянський № 4, балтський № 56, мелітопольський № 19, гадацький № 30 та богодухівський № 63 кліматипи.

Статистичний аналіз виявив, що лише чотири кліматипи – велізький (№ 14), чекалінський (№ 37), червенський (№ 52) та бежицький (№ 64) суттєво перевершували контроль за висотою, тоді 23 варіанти суттєво поступалися контролю за висотою. Жоден із варіантів суттєво не перевершував контроль за діаметром, причому 14 варіантів суттєво поступалися контролю. Отже, оцінювання за *t*-критерієм є більш жорстким, а результати його лише в половині випадків збігаються з оцінюванням за показником успішності росту кліматипів. Загалом, обидва методи оцінювання показали кількісну перевагу кліматипів, які мали поганий ріст в умовах Центрального Лісостепу.

Підтверджено, що перевагу в збереженні та рості мали географічні екотипи, кліматичні умови виростання яких були подібними до умов регіону випробування. Так, в умовах Вінниччини найкращу адаптаційну здатність за зазначеними показниками виявили варіанти з Хмельницької, Сумської, Кіровоградської, Черкаської та Івано-Франківської областей України. Водночас варіанти іншорайонних кліматипів із Мінської області Білорусії та Брянської області РФ перевершували кліматипи місцевого походження за висотою та збережаністю.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Establishment of English oak provenance tests. 1964. Porva, V. I. (Ed.). Vinnitsa forest experimental station (report on topic No. 4, subsection I).

Forest seed zoning of the main forest-forming species in the USSR. 1982. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 368 p. (in Russian).

Hayda, Yu. I. 1989. Provenance and edaphic tests of English oak in Ukraine. Extended abstract of PhD thesis. Kharkiv, 24 p. (in Russian).

Hayda, Yu. I. 2014. Provenance tests as the tool for study of forest species response to climate change. [Electronic resource]. Scientific Bulletin of UNFU, 24:9: 8–14. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvntu_2014_24.9_3 (accessed 17.08.2022) (in Ukrainian).

Instructions for organizing the forest fund of Ukraine. Ch. I. Field works. 2006. Irpin, Ukrderzhlisproekt, 75 p. (in Ukrainian).

Giertych, M. 1979. Summary of results of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) height growth in IUFRO provenance experiments. *Silvae Genetica*, 28(4): 136–152.

Guidelines for forest seed production. 2017. Los, S. A. (Ed.). Kharkiv, URIFFM, 108 p. (in Ukrainian).

Lavrinenko, D. D. 1965. Interaction of tree species in different forest types. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 248 p. (in Russian).

Lavrinenko, D. D. and Porva, V. I. 1967. Creation of English oak provenance tests. *Forestry and Forest Melioration*, 9: 52–58 (in Russian).

Lavrinenko, D. D. and Porva, V. I. 1977. The growth of the English oak in the provenance tests of the Vinnitsia Forest Experimental Station, depending on the climatic conditions of the region of seed origin. *Forestry and Forest Melioration*, 49: 73–77 (in Russian).

Lukyanets, V. B. 1979. Intraspecific variability of the English oak in the Central forest-steppe. Voronezh, 216 p. (in Russian).

Mamayev, S. L. 1972. Forms of intraspecific variability of woody plants. Moscow: Nauka, 283 p. (in Russian).

Merzlenko, M. D. and Koturanov, D. L. 2003. Evaluation of the climaecotypes of the English oak in provenance crops of the Moscow region. *Forest Bulletin*, 5: 5–8 (in Russian).

Neyko, I. S., Yelisavenko, Yu. A., Smashnyuk, L. V. 2014. Evaluation of the productivity and breeding structure of oak in conditions of climate change on the example of provenance tests. [Electronic resource]. *Știința agricolă*, 2: 60–65. Available at: <https://sa.uasm.md/index.php?journal=sa&page=article&op=view&path%5B%5D=138> (accessed 17.08.2022) (in Russian).

Patlay, I. N. 1984. Breeding and ecological bases of seed production and cultivation of highly productive stands of Scots pine, English oak and European ash in the flat part of the Ukrainian SSR. PhD thesis. Kharkiv, 592 p. (in Russian).

Patlay, I. N., Belous, V. I., Boyko, A. V. 1975. Oak provenance tests in the Forest-steppe of Ukraine. *Forestry and Forest Melioration*, 42: 9–16 (in Russian).

Patlay, I. N. and Boyko, A. V. 1977. Some features of shoot formation in English oak of different geographical origin. *Forestry and Forest Melioration*, 48: 79–83 (in Russian).

Patlay, I. N. and Hayda, Yu. I. 1988. The results of research of the state network of English oak provenance tests in Ukraine. *Forestry and Forest Melioration*, 77: 39–44 (in Russian).

Samoday, V. P. 2015. English oak population variability by growth and stem quality in 30-year-old provenance trial plantations. [Electronic resource]. *Forestry and Forest Melioration*, 127: 78–85. Available at: <https://forestry-forestmelioration.org.ua/index.php/journal/article/view/162> (accessed 17.08.2022) (in Ukrainian).

Shutyayev, A. M. 1998. Biodiversity of English oak (*Quercus robur* L.) and its use in breeding and afforestation. Extended abstract of Doctoral thesis. Bryansk, 43 p. (in Russian).

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

Smashniuk L. V.

FEATURES OF THE GROWTH OF THE ENGLISH OAK PROVENANCES IN VINNYTSIA REGION

State Enterprise 'Vinnytsia Forest Research Station'

The paper outlines the study of the 50-year-old English oak (*Quercus robur* L.) provenances established in Vinnytsia State Forest Enterprise. The plot represents 65 provenances from 10 climatic regions, 17 forest seed districts and 20 subregions of the former USSR. The provenances were divided into better, worse and the worst ones by the growth success indicator *G*. The obtained results made it possible to identify provenances, which were characterized by intensive growth and good preservation, even when moved to a considerable distance. The best provenances in the conditions of Vinnytsia were bezhitsky No. 64 (Bryansk region, Russian Federation), starokonstantynivsky No. 1 (Khmelnitsky region, Ukraine), trostianetsky No. 17 (Sumy region, Ukraine), chervensky No. 52 (Minsk region, Belarus) and golovanivsky No. 16 (Kirovohrad region, Ukraine). The worst results in growth and preservation were recorded among the eastern provenances (Ulyaniv region of Russian Federation, Bashkiria, Chuvashia, Tatar ASSR) as well as among the northwestern ones (Estonia, Lithuania, Latvia, Leningrad region).

Key words: *Quercus robur* L., provenance tests, climatype, growth success indicator.

E-mail: smashniuk_liudmila@ukr.net

Одержано редколегією 31.08.2022

**ЛІСОВІДТВОРЕННЯ, АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ,
ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ**

УДК 630.434 (4777.41/42)

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.141.2022.85>



Ю. І. АНДРУСЯК

**ВПЛИВ СПОСОБУ ПЕРЕДПОСІВНОГО ЗБЕРІГАННЯ ЖОЛУДІВ
ДУБА ЗВИЧАЙНОГО НА РІВЕНЬ ЇХНЬОЇ ГРУНТОВОЇ СХОЖОСТІ ТА ВИХІД
СТАНДАРТНОГО САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ**

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Оцінено вплив способів передпосівного зберігання жолудів дуба звичайного (*Quercus robur* L.) на рівень їхньої ґрунтової схожості. Задля виконання поставленого завдання на території лісосічного фонду державного підприємства «Герцаївське держспецлісництво Агропромислового Комплексу» з-під намету лісу було відібрано 2 000 жолудів, а з плюсових дерев сусіднього Валя-Кузьминського лісництва Чернівецького лісгоспу – 2 000 жолудів. Виявлено, що кількість потенційно схожих жолудів, рівень ґрунтової схожості та вихід стандартного садивного матеріалу дуба були найвищими у варіанті передпосівного зберігання жолудів традиційним траншейним способом та в проточній воді. Ґрунтова схожість жолудів із насіння місцевого походження сягала в цих варіантах 88,9 і 86,7 % відповідно, а жолудів із покращеними спадковими властивостями – 90,7 і 88,6 % відповідно. Найнижчий вихід стандартного садивного матеріалу (43–44 %) і найвищу частку загиблих сіянців (26 %) виявлено у варіанті передпосівного зберігання жолудів у погребі з піском.

Ключові слова: *Quercus robur* L., насіння, стан сіянців.

Вступ. Під час зимового зберігання жолудів дуба звичайного (*Quercus robur* L.) необхідно не втратити їхні посівні якості до посіву, тобто до весни, щоб не збільшувати норму висіву і покращити схожість сіянців і тим самим не призвести до нераціонального використання насінневого матеріалу.

Основними показниками якості насіння є його схожість, енергія проростання та чистота (Vilous 2009). Безумовно, на якість насіння суттєво впливають такі екофактори, як температура та вологість в період його формування (більшою мірою – кількість опадів у літній період) (Molotkov et al. 1989, Debrynyuk et al. 1998, Vilous 2009). У результаті впливу умов зовнішнього середовища, що періодично змінюються, фізіологічні й біохімічні процеси в рослині набувають певної ритмічності, що визначається поступальним ростом і накопиченням органічної речовини (Vilous 2009). Коли відбулося максимальне накопичення органічних речовин, насіння розвивається найбільш інтенсивно (Terek 2007). Відомо, що насіння, яке дозріло в найбільш холодне й дощове літо з максимальною кількістю атмосферних опадів за червень – серпень і мінімальною сумою середніх температур, має найменшу вагу (Gerushinsky 1996, Gordienko et al. 1999, Vilous 2009, Debryniuk et al 2016). Визначальним фактором є кількість отриманого рослиною тепла та сонячної радіації.

Мета роботи – оцінити вплив передпосівних способів зберігання жолудів дуба звичайного на рівень їхньої схожості.

Матеріали й методи. Для забезпечення надійного лісовідновлення рослин *Quercus robur* L. на ділянках із його недостатнім і відсутнім природним поновленням в умовах Буковинського Передкарпаття нами восени 2020 р. з-під намету стиглих високобонітетних дубових деревостанів ДП «Герцаївське держспецлісництво АПК» було зібрано 2 000 жолудів дуба звичайного та 2 000 жолудів із покращеними спадковими властивостями з плюсових дерев *Q. robur* Валя-Кузьминського лісництва ДП «Чернівецьке ЛГ». Із них відібрано та відкалібровано по 1 000 однакових за розмірами жолудів за допомогою штангенциркуля з допустимим відхиленнями за діаметром $\pm 0,1$ мм та за довжиною $\pm 0,5$ мм.

Жолуді розподілили на три частини (по 333 жолудів): одну зберігали в траншеї традиційним способом, другу – в погребі в піску з підтриманням рівня його вологоємності на рівні 60–65 % повної вологоємності (ПВ) за температури 5°C, третю – в проточній воді (рис. 1).

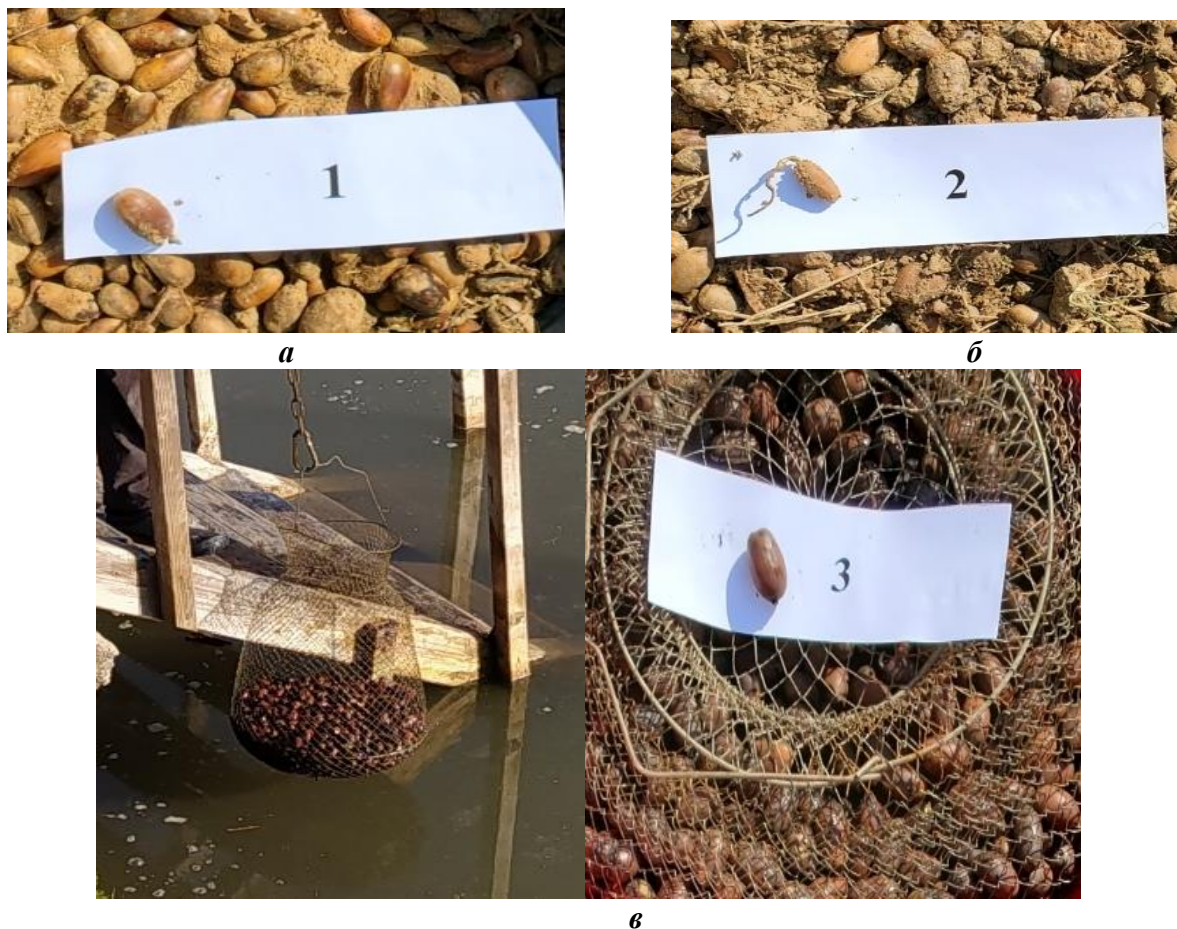


Рис. 1 – Результати зберігання жолудів дуба звичайного різними методами:
a – у погребі в піску; *б* – у траншеї; *в* – у проточній воді

Результати та обговорення. Згідно з вимогами чинного стандарту висота стандартного садивного матеріалу має перевищувати 15 см, а діаметр біля кореневої шийки – становити не менше ніж 4 мм. Водночас довжина кореневої системи в умовах нормального зволоження має бути не меншою за 15 см, недостатнього зволоження – 20 см, а надмірного – 10 см. Результати наших досліджень свідчать, що найвищі показники частки потенційно схожих жолудів, ґрунтової схожості та виходу стандартного садивного матеріалу дуба звичайного зафіксовано за умов передпосівного зберігання жолудів традиційним траншейним способом та в проточній воді (табл. 1).

Таблиця 1

Ґрунтова схожість і вихід стандартного садивного матеріалу жолудів дуба звичайного, зібраних з-під намету стиглих високобонітетних дубових деревостанів

Передпосівний спосіб зберігання жолудів	Кількість потенційно схожих жолудів, шт.		Ґрунтова схожість, %		Вихід стандартного садивного матеріалу, %	
	Г	В-К	Г	В-К	Г	В-К
Траншейний	296	302	88,9 ± 4,4	90,7 ± 4,5	89 ± 4,8	90 ± 4,8
У проточній воді	289	295	86,7 ± 4,2	88,6 ± 4,4	87 ± 4,4	89 ± 4,4
У погребі в піску	203	233	61,0 ± 3,2	70,0 ± 3,3	43 ± 3,2	44 ± 3,3

Примітка. Г – Герцаївське держспеціалізоване лісництво, В-К – Валя-Кузьминське лісництво.

Найбільшу частку загиблих рослин визначено у варіанті передпосівного зберігання жолудів у погребі в піску (табл. 2).

Розподіл сіянців дуба звичайного, вирощених із жолудів, за категоріями стану, %

Передпосівний спосіб зберігання жолудів	Здорові		Пошкоджені		Загиблі	
	Г	В-К	Г	В-К	Г	В-К
Траншейний	78,2 ± 3,9	84,2 ± 4,1	6,4 ± 0,6	6,4 ± 0,5	15,4 ± 0,9	9,4 ± 0,8
У проточній воді	67,3 ± 3,4	73,3 ± 3,6	16,5 ± 0,8	16,5 ± 0,7	16,2 ± 0,7	10,2 ± 0,9
У погребі в піску	68,4 ± 3,3	70,4 ± 3,4	3,6 ± 0,2	3,6 ± 0,3	28,0 ± 1,5	26,0 ± 1,6

Примітка. Г – Герцаївське держспецлісництво, В-К – Валя-Кузьминське лісництво.

Серед причин відпаду рослин було пошкодження їх личинками *Melolontha melolontha* (Linnaeus, 1758) та *Gryllotalpa gryllotalpa* (Linnaeus, 1758).

Висновки. Найкращі показники щодо кількості потенційно схожих жолудів, ґрунтової схожості та виходу стандартного садивного матеріалу рослин дуба звичайного зафіксовано у варіанті передпосівного зберігання жолудів традиційним траншейним способом та в проточній воді. Ґрунтова схожість жолудів із насіння місцевого походження сягала в цих варіантах 88,9 і 86,7 % відповідно, а жолудів із покращеними спадковими властивостями – 90,7 і 88,6 % відповідно. Найнижчий вихід стандартного садивного матеріалу (43–44 %) і найбільшу частку загиблих сіянців (26–28 %) виявлено у варіанті передпосівного зберігання жолудів у погребі з піском. Отримані результати свідчать про необхідність подальшого дослідження з метою уточнення глибини висівання жолудів дуба звичайного восени після збору та особливостей застосування пестицидів проти шкідників коріння.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Bilous, V. I. 2009. English oak (*Quercus robur* L.) in the forests of Ukraine. Book-Vega edition. Vinnytsia Regional Printing House, 164 p. (in Ukrainian).

Debryniuk, Yu. M., Krynytskyi, G. T., Tselen, J. P. 2016. Plantation forest cultivation technology in the western region of Ukraine. Lviv, Kamula, 160 p. (in Ukrainian).

Debrynyuk, Y. M., Kalinin, M. I., Guz, M. M. 1998. Forest seed production. Lviv, World, 432 p. (in Ukrainian).

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

Gordienko, M. I., Hoychuk, A. F., Gordienko, N. M. 1999. Artificial forests in the forests. Zhytomyr, Polissia, 592 p. (in Ukrainian).

Molotkov, P. I., Patlai, I. M., Davydova, N. I. 1989. Seed production of forest species. Kyiv, Urozhay, 230 p. (in Ukrainian).

Terek, O. I. 2007. Plant growth. Lviv, LNU Publishing Center named after Ivan Franko, 248 p. (in Ukrainian).

Andrusyak Yu. I.

THE IMPACT OF ENGLISH OAK (*QUERCUS ROBUR* L.) ACORN STORING METHODS ON THEIR GERMINATION AND STANDARD PLANTING STOCK OUTPUT

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

The impact of English oak (*Quercus robur* L.) acorn-storing methods on the level of their field germination rate were analysed. In order to fulfill the assigned task 2,000 acorns of *Quercus robur* L. were selected under the forest canopy in the Hertsav State Special Forestry of the Agro-Industrial Complex and 2,000 acorns from the plus trees in the nearby Valya-Kuzminske Forestry in the Chernivtsi State Forest Enterprise. The largest number of acorns with the potential of germination, the highest field germination rate and output of oak standard planting stock were registered for pre-sowing storage of acorns by the traditional “trench method” and in “running water”. Field germination of acorns of local origin in these options reached 88.9 and 86.7%, respectively. The proportion of acorns with improved hereditary properties was 90.7 and 88.6%, respectively. The lowest yield of standard planting stock (43–44%) and the highest proportion of dead seedlings (26%) were found in the option of pre-sowing storage of acorns in a sand cellar.

Key words: *Quercus robur* L., seeds, seedling health.

E-mail: fecund507@ukr.net

Одержано редколегією 23.10.2022



**Н. Ю. ВИСОЦЬКА¹, О. М. ДАНИЛЕНКО², М. Г. РУМЯНЦЕВ¹,
П. Б. ТАРНОПІЛЬСЬКИЙ¹, В. С. ЮЩИК¹, А. А. МОСТЕПАНИЮК², М. З. РЕГО¹**
**ВПЛИВ КОМПЛЕКСНИХ ДОБРИВ НА РІСТ, СТАН І МАСУ
ОДНОРІЧНИХ СІЯНЦІВ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО В ДП «ХАРКІВСЬКА ЛНДС»**

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

²Державне підприємство «Харківська лісова науково-дослідна станція»

Наведено результати досліджень впливу комплексних добрив на біометричні показники, стан і масу однорічних сіянців дуба звичайного (*Quercus robur* L.) із закритою кореневою системою. Позитивний вплив трикратного підживлювання сіянців комплексними добривами впродовж вегетаційного періоду відзначено в усіх 10 дослідних варіантах. Різниця між дослідними варіантами та контролем становила за діаметром 8–26 %, а за висотою 1–43 %. Найбільшу масу надземної частини сіянцю дуба визначено у варіанті «Partner complete», вона становила 5,1 г і перевищувала контроль на 102 %, а найменшу – у варіанті «Leanum 5%» – 2,3 г і поступалася контролю на 8 %. Найбільшу масу кореневої частини сіянцю дуба також виявлено у варіанті «Partner complete», вона становила 15,3 г і перевищувала контроль на 270 %, а найменшу у варіанті «Рокогумін» – 4,6 г (12 %). Результати досліджень свідчать про доцільність застосування випробуваних видів добрив під час вирощування сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою з метою подальшого використання вирощених сіянців для лісовідновлення і лісорозведення.

Ключові слова: *Quercus robur* L., застосування добрив, біометричні показники, закрита коренева система, підживлення.

Вступ. Успішність лісовідновлення та лісорозведення значною мірою залежить від виду та якості садивного матеріалу. В останні роки виникла тенденція до збільшення обсягів вирощування садивного матеріалу із закритою кореневою системою (ЗКС), зокрема дуба звичайного (*Quercus robur* L.). Щорічні обсяги лісовідновлення дубових насаджень на підприємствах, підпорядкованих Державному агентству лісових ресурсів України, у середньому становлять 6,3 тис. га в рік, зокрема в Харківській області – майже 0,3 тис. га (Danylenko et al. 2021).

У системі заходів з інтенсифікації вирощування садивного матеріалу дуба із ЗКС одним із найважливіших прийомів є спрямоване регулювання живлення й продукційних процесів під час вирощування сіянців за допомогою системного застосування органо-мінеральних добрив (Puzgina & Boyko 2014). Нині на ринку України наявний великий вибір таких добрив як іноземного, так і вітчизняного виробництва. Відомо (Hordiienko et al. 2005, Marchuk et al. 2017), що добрива впливають не лише на розміри та фітомасу сіянців, але й на їхню якість. Сіянци, які вирощено в оптимальних умовах мінерального живлення, характеризуються добре розвинутою кореневою системою та наземною частиною, накопичують значний вміст запасних поживних речовин, які використовують для регенерації кореневої системи та адаптації до нових умов після пересаджування їх на постійне місце. Цим передусім пояснюється краща приживлюваність таких сіянців, вища їхня стійкість проти посухи, а також стресових чинників біотичної або абіотичної природи (Hordiienko et al. 2005, Hrom 2005, Ugarov et al. 2012, Danylenko et al. 2015, 2016, Marchuk et al. 2017, Yuhnovskiy et al. 2018a, 2018b). Водночас нині недостатньою є інформація щодо використання різних видів добрив, зокрема комплексних, під час вирощування сіянців дуба звичайного. Саме це й зумовило актуальність проведених досліджень.

Мета роботи – оцінити ефективність застосування різних комплексних добрив під час вирощування сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою в умовах відкритого ґрунту в ДП «Харківська ЛНДС».

Матеріали й методи. Дослідження ефективності впливу комплексних добрив на ріст, стан і масу сіянців дуба звичайного із ЗКС проводили в умовах відкритого ґрунту теплично-розсадницького відділення селекційно-насінницького комплексу Південного лісництва ДП «Харківська ЛНДС» у 2021 р. Для вирощування сіянців дуба використовували циліндричні контейнери з агроволокна, що мали такі розміри: висота – 28 см, діаметр – 8 см,

об'єм – 1 407 см³. Склад субстрату для заповнення – суміш темно-сірого середньосуглинкового ґрунту і торфу перехідного типу фрезерної заготівлі у співвідношенні за об'ємом 3 : 1.

Упродовж вегетаційного періоду проведено трикратне підживлення сіянців (перше – 10 червня, друге – 7 липня, третє – 10 серпня) добривами шляхом обприскування або поливу. Закладено десять дослідних варіантів із різними концентраціями добрив, контрольний варіант – сіянці дуба, вирощені в контейнерах, без застосування добрив. У кожному досліді використано по 90 л розчину – для трикратного підживлення шляхом поливу і 30 л розчину – для трикратного підживлення шляхом обприскування (на один короб – близько 500 сіянців). Загалом у дослідних варіантах і контролі вирощено близько 5,5 тис. шт. сіянців.

Під час підживлення сіянців дуба шляхом поливу використано такі добрива в нормах, що рекомендовані виробником: універсальне комплексне добриво «Master» (50 мл на 10 л води); органо-мінеральне добриво «Rost Концентрат» (25 мл на 10 л води); органо-мінеральне добриво «Рокогумін» (25 мл на 10 л води); комплексне мінеральне добриво «Partner complete» (25 г на 10 л води); органічне добриво-пробіотик «Leanum» (1%-, 3%- і 5%-й розчин), а шляхом обприскування – комплексне універсальне мінеральне добриво «Плантатор» (25 г на 10 л води) та органічне добриво-пробіотик «Leanum» (2%- і 4%-й розчин).

«Master» (ТМ «Киссон», Україна) – універсальне комплексне добриво, яке забезпечує активний ріст і цвітіння рослин, посилює інтенсивність кольору листя і квітів, а також значно підвищує стійкість до різних захворювань. Рекомендовано використовувати для кореневого підживлення. Склад: N : P : K (%) – 6 : 3 : 6; янтарна кислота – 2 г·л⁻¹; мікроелементи: B, Cu, Zn, Mn, Fe, Mo.

«Rost Концентрат» (ТМ «Кішонський», Україна) – органо-мінеральне добриво, яке сприяє кращому укоріненню й розвитку потужної кореневої системи рослин; підвищує стійкість рослин до несприятливих кліматичних умов. Склад: N : P : K (%) – 15 : 7 : 7; антибіотики; макро- і мікроелементи.

«Рокогумін» (ТОВ «РОКОСАН», Словенія) – органо-мінеральне добриво, яке забезпечує значне стимулювання розвитку рослин, зокрема за несприятливих природних умов. Склад: N : P : K (%) – 4 : 9 : 14; гумінові кислоти – не менше 13 % та мікроелементи: Ca, Vg, B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn – на рівні фізіологічних значень.

«Partner complete» (ТМ «PARTNER», Україна) – комплексне мінеральне добриво. Це добриво містить декілька видів послідовних у використанні комплексів. Під час проведення досліджень апробовано три комплекси, які відзначалися різним вмістом макро- і мікроелементів. Перший комплекс характеризувався таким складом: N : P : K (%) – 13 : 40 : 13, сірка (SO₃), магній (MgO), мікроелементи (B, Fe, Zn, Cu, Mo, Mn), амінокислоти, стимулятор росту; другий: N : P : K (%) – 35 : 10 : 10, сірка (SO₃), магній (MgO), мікроелементи (B, Fe, Zn, Cu, Mo, Mn), амінокислоти, стимулятор росту; третій: N : P : K (%) – 9 : 12 : 35, сірка (SO₃), магній (MgO), мікроелементи (B, Fe, Zn, Cu, Mo, Mn).

«Leanum» (ТМ «Agrii UK», Україна) – органічне добриво-пробіотик, яке сприяє активному росту кореневої системи; підвищує стійкість і посилює толерантність рослин до грибних та бактеріальних хвороб та різного роду стресових чинників: перепаду температур, заморозків, спеки, посухи, перезволоження, хімічних стресів тощо. Склад: N : P : K (г·л⁻¹) – 30 : 3,1 : 0,5; мікроорганізми природного походження: азотфіксувальні – *Azotobacter*; бульбочкові бактерії – *Rhizobiumsubtilis*; фосфатмобілізувальні – *Bacillussubtilis*, *B. megaterium*, *Pseudomonas* та інші; мікроелементи: Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Co, B, Mo; ферменти, амінокислоти, вітаміни.

«Плантатор» (ТМ «Киссон», Україна) – комплексне універсальне мінеральне добриво, яке сприяє успішному росту й розвитку рослин у разі несприятливих погодних умов. Склад: N : P : K (%) – 20 : 20 : 20; SO₃ – 0,5 %; MgO – 0,5 %; Fe – 0,2 %; Cu – 0,05 %; B – 0,05 %; Mo – 0,05 %; Zn – 0,05 %; Mn – 0,01 %; амінокислоти (мг·кг⁻¹): гліцин – 150, аргінін – 30, триптофан –

40; фітогормони ($\text{мг}\cdot\text{кг}^{-1}$): ауксини – 130, гібериліни – 18, цитокініни – 35; вітаміни ($\text{мг}\cdot\text{кг}^{-1}$): B_1 – 25, B_2 – 35, B_6 – 70.

Ефективність застосування добрив під час вирощування однорічних сіянців дуба оцінювали за біометричними показниками, масою та станом рослин. Із цією метою в 30 сіянців кожного варіанту відмивали коріння від залишків ґрунту, вимірювали висоту надземної частини сіянців (см), діаметр кореневої шийки (мм), визначали масу (г) надземної та кореневої частин у повітряно-сухому стані, оцінювали їхній стан. Повітряно-суху масу визначали після висушування зразків у лабораторній шафі впродовж 24 год. за температури 105°C . Подібні показники визначили також у сіянців дуба із відкритою кореневою системою (ВКС), вирощених у теплиці з регулярним поливом.

Стан сіянців дуба оцінювали візуально за власною баловою шкалою, яка містить п'ять категорій (за ступенем пошкодження листя борошнистою россою): 1-ша категорія (1 бал) – здорові сіянці (без видимих ознак пошкодження); 2-га категорія (2 бали) – ослаблені сіянці (ознаки пошкодження до 30 %); 3-тя категорія (3 бали) – значно ослаблені сіянці (пошкодження в межах 30–50 %); 4-та категорія (4 бали) – сіянці, що всихають (пошкодження в межах 50–70 %); 5-та категорія (5 балів) – сухі сіянці (пошкодження становить понад 70 %). Стан оцінено для 100 сіянців кожного із варіантів. Індекс стану I_c для кожного з варіантів розраховували як середнє зважене.

Одержані дані обробляли методами математичної статистики за допомогою пакету програм MS Excel. Достовірність різниці між контролем і дослідними варіантами перевіряли з використанням t -критерію на 5 і 1 % рівнях значущості (Lapach et al. 2001).

Результати та обговорення. Результати досліджень свідчать, що значення середньої висоти й середнього діаметра однорічних сіянців є суттєво більшими у варіантах, де проведено прикореневе (шляхом поливу) та позакореневе (шляхом обприскування) підживлення комплексними добривами (табл. 1).

Таблиця 1

Біометрична характеристика однорічних сіянців дуба звичайного із ЗКС у разі трикратного підживлення комплексними добривами

Варіант досліджу (концентрація)	Спосіб підживлення сіянців	Середня висота, см			Середній діаметр, мм		
		$M \pm m$	% до контролю	t_Φ	$M \pm m$	% до контролю	t_Φ
Контроль	–	$31,7 \pm 1,02$	100	–	$3,8 \pm 0,07$	100	–
«Master» (50 мл на 10 л води)	П	$40,4 \pm 0,97$	127	6,14	$4,8 \pm 0,08$	126	9,61
«Rost Концентрат» (25 мл на 10 л води)	П	$45,3 \pm 1,08$	143	9,11	$4,8 \pm 0,08$	126	9,18
«Рокогумін» (25 мл на 10 л води)	П	$36,1 \pm 1,03$	114	3,02	$4,2 \pm 0,09$	111	4,00
«Partner complete» (25 г на 10 л води)	П	$41,3 \pm 1,04$	130	6,56	$4,5 \pm 0,08$	118	6,04
«Leanum» (1%-й розчин)	П	$38,6 \pm 1,67$	122	3,49	$4,5 \pm 0,18$	118	3,37
«Leanum» (3%-й розчин)	П	$41,6 \pm 1,95$	131	4,50	$4,5 \pm 0,18$	118	3,76
«Leanum» (5%-й розчин)	П	$32,0 \pm 2,63$	101	0,09	$4,1 \pm 0,12$	108	2,37
«Leanum» (2%-й розчин)	О	$37,4 \pm 1,05$	118	3,89	$4,2 \pm 0,08$	111	4,02
«Leanum» (4-й розчин)	О	$35,8 \pm 1,01$	113	2,86	$4,1 \pm 0,11$	108	2,31
«Плантатор» (25 г на 10 л води)	О	$38,8 \pm 1,29$	122	4,33	$4,6 \pm 0,11$	121	6,03

Примітка: П – прикореневе (шляхом поливу) підживлення сіянців; О – позакореневе (шляхом обприскування) підживлення сіянців; t_Φ – t -критерій Стьюдента, % ($t_{0,01} = 2,69$; $df = 58$).

Різниця за середнім діаметром сіянців між дослідними варіантами та контролем становила 8–26 %, або 0,3–1,0 мм, а за середньою висотою – 1–43 %, або 0,3–13,6 см. Достовірно перевершували контроль як за середньою висотою, так і за середнім діаметром переважна більшість дослідних варіантів, за винятком «Leanum 5 %» та «Leanum 4 %», де перевищення були незначущими. Крім того, для переважної більшості дослідних варіантів, за винятком «Leanum 5 %», відзначено й вищі проти контролю максимальні і мінімальні абсолютні значення висоти й діаметра (табл. 2).

Максимальні й мінімальні значення висоти та діаметра однорічних сіянців дуба із ЗКС у разі трикратного підживлення комплексними добривами

Варіант досліджу (концентрація)	Висота, см		Діаметр, мм	
	max	min	max	min
Контроль	45,0	16,5	5,1	2,8
«Master» (50 мл на 10 л води)	53,0	28,0	6,7	3,9
«Rost Концентрат» (25 мл на 10 л води)	60,0	30,0	6,0	3,3
«Рокогумін» (25 мл на 10 л води)	50,0	20,5	5,4	2,8
«Partner complete» (25 г на 10 л води)	62,0	24,5	6,0	3,5
«Leanum» (1%-й розчин)	45,0	30,0	5,1	3,2
«Leanum» (3%-й розчин)	52,0	33,0	5,6	3,9
«Leanum» (5%-й розчин)	45,0	18,0	4,8	3,8
«Leanum» (2%-й розчин)	49,0	21,5	5,4	3,0
«Leanum» (4%-й розчин)	48,0	21,0	5,2	3,0
«Плантатор» (25 г на 10 л води)	57,0	22,0	6,3	3,2

Основним показником успішності вирощування сіянців, зокрема із закритою кореневою системою, є вихід стандартного садивного матеріалу. Згідно із розробленим в УкрНДІЛГА проектом Національного стандарту України «Сіянці дуба звичайного із закритою кореневою системою. Технічні умови» (Vysotska et al. 2021) та затвердженого НТР Державного агентства лісових ресурсів України, сіянці дуба (вирощені в контейнерах із агроволокна), які характеризуються у віці одного року висотою надземної частини 25 см і більше, відповідають вимогам стандартних. У дослідних варіантах частка стандартних сіянців становила 67–100 % (рис. 1).

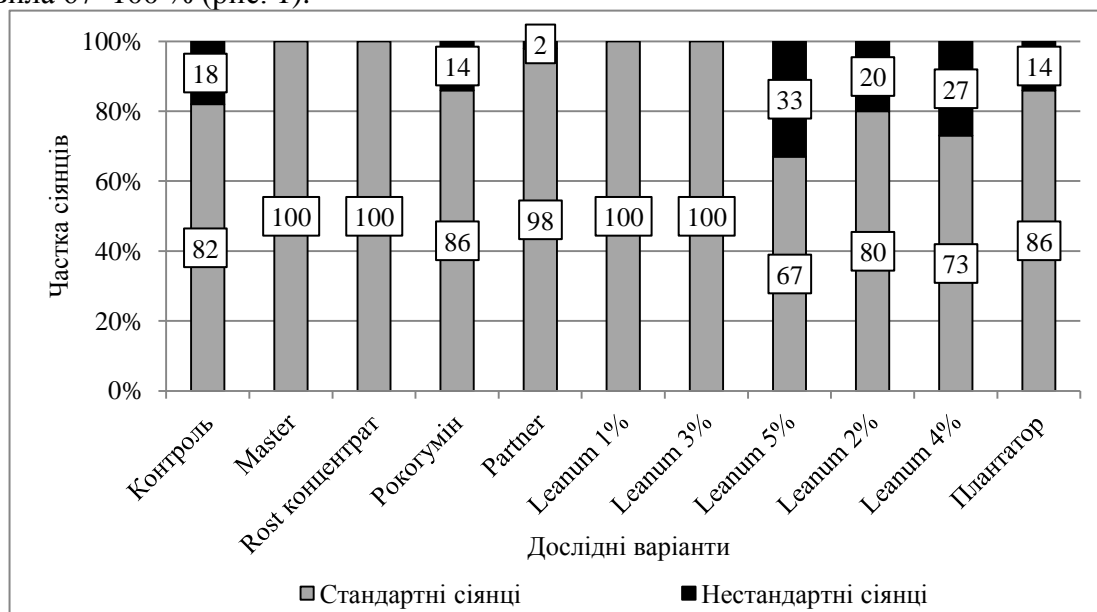


Рис. 1 – Співвідношення часток стандартних і нестандартних сіянців дуба із ЗКС у разі трикратного підживлення комплексними добривами

Переважає більшість дослідних варіантів (86–100 %), за винятком «Leanum 5 %», «Leanum 4 %» і «Leanum 2 %», за часткою вирощених стандартних сіянців дуба із ЗКС переважала контроль (82 %). У чотирьох варіантах («Master», «Rost Концентрат», «Leanum 1 %» і «Leanum 3 %») за розмірами всі сіянці відповідали вимогам стандартних.

Індекс стану I_c контрольних сіянців становив 2,9 бала. Сіянці дуба більшості дослідних варіантів, за винятком «Рокогумін» (3,1), характеризувалися дещо кращим станом, зокрема у варіанті «Partner complete» значення I_c становило 2,3; «Rost Концентрат» – 2,2; «Плантатор» –

2,1; «Master», «Leanum 1 %» і «Leanum 2 %» – 1,7; «Leanum 3 %», «Leanum 4 %» і «Leanum 5 %» – 1,6 бала (табл. 3).

Таблиця 3

Розподіл однорічних сіянців дуба із ЗКС за категоріями стану(%) та індекс стану (I_c) у разі трикратного підживлення комплексними добривами

Варіант досліджу (концентрація)	Категорія стану сіянців					I_c
	1	2	3	4	5	
Контроль	4,5	20,5	56,9	13,6	4,5	2,9
«Master» (50 мл на 10 л води)	36,4	54,5	9,1	–	–	1,7
«Rost Концентрат» (25 мл на 10 л води)	18,2	47,7	34,1	–	–	2,2
«Рокогумін» (25 мл на 10 л води)	2,3	15,9	50,0	29,5	2,3	3,1
«Partner complete» (25 г на 10 л води)	11,4	52,3	36,4	–	–	2,3
«Leanum» (1%-й розчин)	40,0	53,3	6,7	–	–	1,7
«Leanum» (3%-й розчин)	46,7	46,7	6,7	–	–	1,6
«Leanum» (5%-й розчин)	46,7	46,7	6,7	–	–	1,6
«Leanum» (2%-й розчин)	40,0	53,3	6,7	–	–	1,7
«Leanum» (4%-й розчин)	46,7	46,7	6,7	–	–	1,6
«Плантатор» (25 г на 10 л води)	13,6	61,4	25,0	–	–	2,1

Виявлено, що в переважній більшості дослідних варіантів, за винятком «Рокогумін», переважали сіянці 2-ї категорії. Їхня частка залежно від варіантів становила від 46,7 до 61,4 % від загальної кількості облікованих сіянців. У варіанті «Рокогумін» та на контролі переважали сіянці 3-ї категорії – 50,0 і 56,9 % від загальної кількості. Частка сіянців 1-ї категорії залежно від варіантів становила 2,3–46,7 %, а 3-ї категорії – 6,7–34,1 % від загальної кількості облікованих сіянців. Крім того, у варіанті «Рокогумін» обліковано сіянці 4-ї та 5-ї категорій стану; їхня частка становила відповідно 29,5 і 2,3 % від загальної кількості.

Середня маса сіянцю у варіантах варіювала від 6,6 до 20,4 г. Найбільшою вона була у варіанті «Partner complete», а найменшою – на контролі (рис. 2).

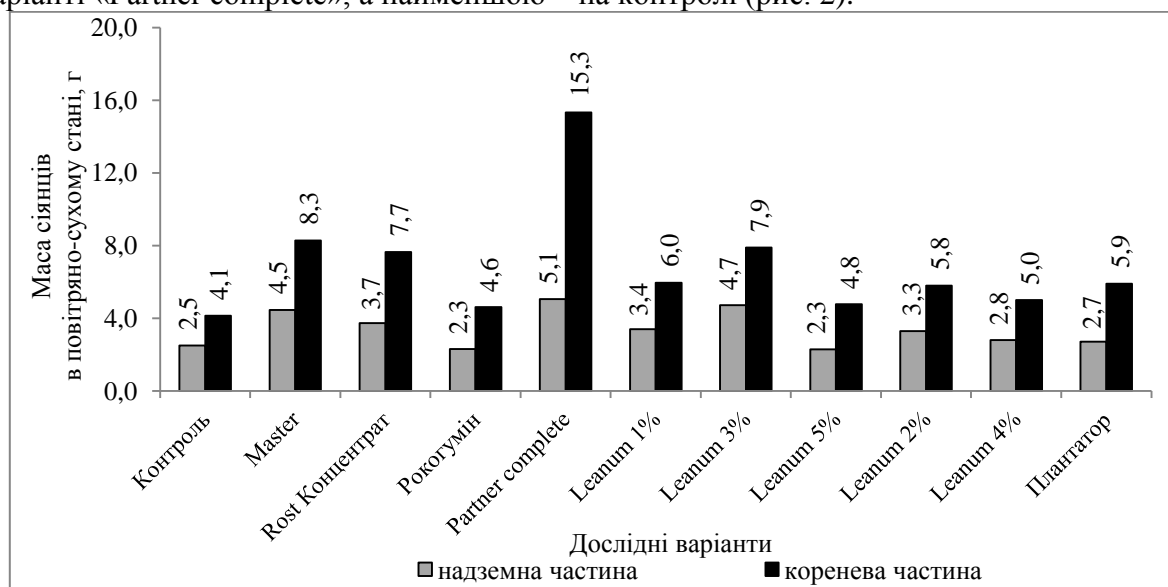


Рис. 2 – Маса однорічного сіянцю дуба із ЗКС у разі трикратного підживлення різними видами добрив

Найбільшу масу надземної частини однорічного сіянцю дуба визначено у варіанті «Partner complete», вона становила 5,1 г і перевершувала контроль на 102 %; дещо меншими були маси сіянців у варіантах «Leanum 3 %» і «Master» – відповідно 4,7 г (89 %) і 4,5 г (78 %). У варіантах «Рокогумін» і «Leanum 5 %» маса надземної частини однорічного сіянцю дуба була нижчою за контроль на 8 % (відповідно на 0,19 і 0,21 г).

Найбільшу масу кореневої частини однорічного сіянцю дуба виявлено у варіанті «Partner complete», вона становила 15,3 г і перевершувала контрольний показник на 270 %; значно меншою була маса у варіантах «Master», «Leanum 3 %» і «Rost Концентрат» – відповідно 8,3 г (100 %), 7,9 г (91 %) і 7,7 г (85 %). У варіанті «Рокогумін» маса кореневої частини однорічного сіянцю дуба була найменшою, вона становила 4,6 г і перевершувала контроль лише на 12 %.

Одним із основних завдань вирощування сіянців із ЗКС є забезпечення оптимальних умов для розвитку корневих систем і максимальне їхнє збереження під час створення лісових культур, що забезпечує високу приживлюваність та подальший інтенсивний ріст. Важливою характеристикою є співвідношення мас кореневої (К) і надземної (Н) частин сіянців (К/Н) та співвідношення маси кореневої системи до загальної маси (М) сіянцю (К/М, %). Високі значення характеристик сіянців (К/Н і К/М, %) можуть опосередковано свідчити про кращу приживлюваність у сухіших типах умов місцезростання (Danylenko et al. 2021). Найвищі значення цих показників зафіксовано у варіанті «Partner complete» – 3,0 та 75,2 %. Дещо нижчими були їхні значення у варіантах «Плантатор», «Leanum 5 %» і «Rost Концентрат» – відповідно 2,2 та 68,5 %, 2,1 та 67,6 % і 2,1 та 67,2 %, а на контролі – 1,7 та 62,3 % (рис. 3).

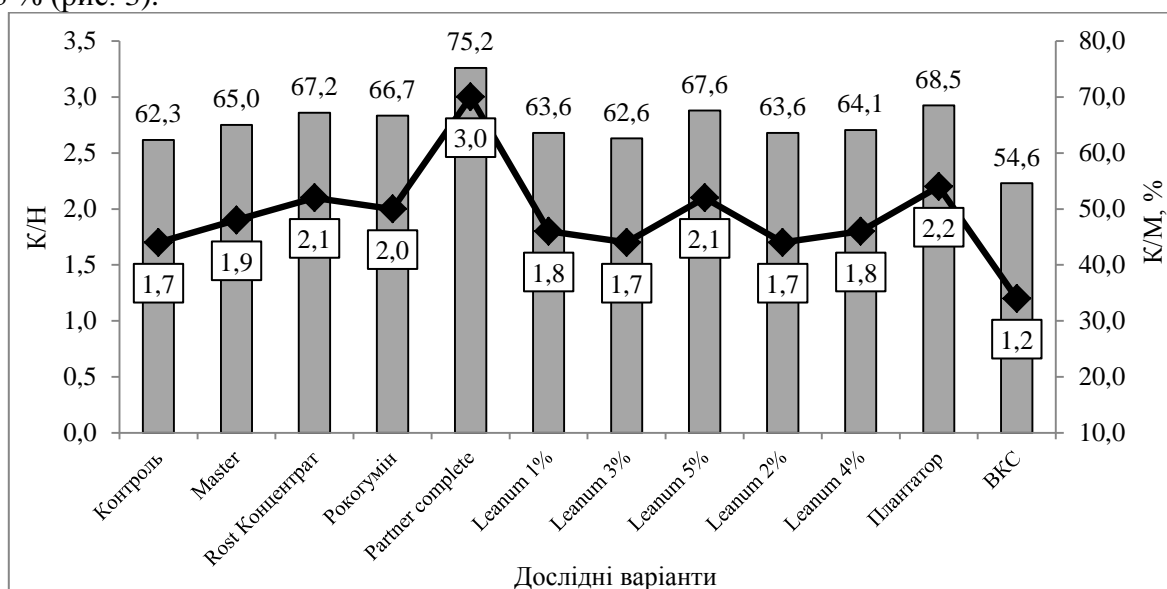


Рис. 3 – Співвідношення мас кореневої і надземної частин сіянців (К/Н) і маси кореневої системи до загальної маси (К/М) сіянців дуба у разі трикратного підживлення різними видами добрив

У цьому ж році також досліджено масу сіянців дуба із ВКС. Співвідношення К/Н для таких сіянців становило 1,2, тоді як у всіх варіантах із ЗКС – 1,7 і вище. Також у сіянців дуба із ВКС найнижчим було співвідношення К/М – 54,6 %.

Результати досліджень свідчать про доцільність застосування комплексних добрив «Master», «Rost Концентрат», «Рокогумін», «Partner complete», «Leanum» для інтенсифікації росту під час вирощування сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою в умовах відкритого ґрунту та подальшого використання вирощених сіянців для потреб лісовідновлення й лісорозведення в регіоні досліджень.

Висновки. Трикратне прикореневе та позакореневе підживлення досліджуваними добривами («Master», «Rost Концентрат», «Рокогумін», «Partner complete») у нормах, рекомендованих виробником, позитивно вплинуло на біометричні показники, санітарний стан, масу та вихід стандартних однорічних сіянців дуба із закритою кореневою системою, як порівнювати з контролем (сіянці, вирощені без застосування добрив).

Результати досліджень свідчать про доцільність застосування запропонованих видів комплексних добрив для інтенсифікації росту сіянців дуба звичайного із закритою

кореневою системою під час їхнього вирощування в умовах відкритого ґрунту з метою подальшого використання вирощених сіянців для лісовідновлення й лісорозведення.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Danylenko, O. M., Tarnopilskyi, P. B., Gladun, 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. A., Kosatiy, D. M., Samoylov, P. V. 2016. The use of «Rokohumin» for *Quercus robur* L. planting material growing. *Forestry and Forest Melioration*, 129: 93–99 (in Ukrainian).
- Danylenko, O. M., Vysotska, N. Yu., Tarnopilskyi, P. B., Rumiantsev, M. H. 2021. Influence of plant growth regulators on the growth and weight of English oak seedlings in the South-eastern Forest-Steppe in Ukraine. *Forestry and Forest Melioration*, 138: 59–67 (in Ukrainian).
- Hordiienko, M. I., Huz, M. M., Debryniuk, Yu. M., Maurer, V. M. 2005. *Forest plantations*. Lviv, Kamula, 608 p. (in Ukrainian).
- Hrom, M. M. 2005. Stimulating the growth of juvenile forest plantations by applying mineral fertilizers in the Western Forest-Steppe. *Scientific Bulletin of UNFU*, 15(1): 29–34 (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).
- Marchuk, I. U., Henhalo, O. M., Pinchuk, A. P. 2017. *Fertilizers and their use in forestry and horticulture. A textbook for university students*. Kyiv, Ekspo-Druk, 558 p. (in Ukrainian).
- Puzrina, N. V. and Boyko, H. O. 2014. Modern methods of intensification of growing planting material of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Scientific Herald of NULES of Ukraine*, 198(2): 209–214 (in Ukrainian).
- Ugarov V. N., Manoylo V. A., Fateyev V. V., Kravchuk V. P., Danilenko O. N. 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., Tarnopilskyi, P., Rumiantsev, M., Danylenko, O., Reho, M. 2021. Containerized seedling of English oak. Specifications. Kharkiv, URIFFM, 3 p. (in Ukrainian).
- Yuhnovskyi, V. Yu., Urliuk, Yu. S., Holovetskyi, M. P., Sereda, I. L. 2018a. Efficiency of fertilizers application in cultivation of pine plantations in the fresh pine sites. *Scientific Herald of NULES of Ukraine. Series: Forestry and Decorative Gardening*, 288: 143–153 (in Ukrainian).
- Yuhnovskyi, V. Yu., Urliuk, Yu. S., Holovetskyi, M. P., Sereda, I. L. 2018b. Impact of organic fertilizer «Dostatok» on the survival and growth of pine plantations. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(3): 62–66. <https://doi.org/10.15421/40280313>

Vysotska N. Yu.¹, Danylenko O. M.², Rumiantsev M. H.¹, Tarnopilskyi P. B.¹, Yushchik V. S.¹, Mostepaniuk A. A.², Reho M. Z.¹

INFLUENCE OF MULTI-NUTRIENT FERTILIZERS ON THE GROWTH, STATE AND MASS OF ONE-YEAR-OLD ENGLISH OAK SEEDLINGS IN KHARKIV FOREST RESEARCH STATION

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

²State Enterprise 'Kharkiv Forest Research Station'

The article outlines the findings on the influence of multi-nutrient fertilizers on the growth, state and mass of one-year-old English oak (*Quercus robur* L.) containerized seedlings. The positive effect of the triple seedling feeding with complex fertilizers during the growing season in all 10 experimental variants was noted. The difference between the experimental variants and the control in the diameter makes 8–26%, and in height, it makes 1–43%. The highest mass of the aboveground part of the oak seedling in the air-dry state was observed in the variant «Partner complete». Thus, it weighs 5.1 g and exceeds the control by 102%. At that, the variant «Leanum 5%» has the lowest mass, namely 2.3 g, and it is inferior to the control by 8%. The largest mass of the root part was found in the variant «Partner complete»; it weighs 15.3 g and exceeds the control indicator by 270%. The variant «Rokohumin» has the lowest indicators, namely 4.6 g (12%). The results of the research have demonstrated that it is appropriate to apply the tested types of multi-nutrient fertilizers during the cultivation of English oak containerized seedlings for further use in reforestation and afforestation.

Key words: *Quercus robur* L., fertilizer application, plant biometric indicators, containerized seedlings, feeding.

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

Одержано редколегією 16.02.2022

ЕКОЛОГІЯ І МОНІТОРИНГ

УДК 630.43:630.561.24



<https://doi.org/10.33220/1026-3365.141.2022.95>

О. А. БОРСУК¹, С. Г. СИДОРЕНКО²

МОНІТОРИНГ ПОЖЕЖ У ПРИРОДНИХ КОМПЛЕКСАХ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ І ЗОНИ БЕЗУМОВНОГО (ОБОВ'ЯЗКОВОГО) ВІДСЕЛЕННЯ ПІД ВПЛИВОМ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ

¹Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник

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

Оцінено кількість і площу пожеж на території Чорнобильської зони відчуження внаслідок ведення бойових дій. Визначено точність різних підходів до моніторингу ландшафтних пожеж засобами ДЗЗ. Показано, що сенсори MODIS спроможні виявити 46 % пожеж, а VIIRS – 69 %. Порівняння площі пожеж різними методами дає підстави вважати, що сервіс RDA від EFFIS фіксує 78 % площі пожеж та є найточнішим засобом моніторингу, але водночас поступається комбінації ручної ідентифікації та визначення площі згарич (MODIS&VIIRS + Sentinel-2 & Landsat 8,9). Упродовж окупації на території зони відчуження ЧАЕС зафіксовано пожежі в природних комплексах на площі близько 13 989,6 га, зокрема 3 489 га – у лісах. Визначено, що середні кількість і площа пожеж збільшилися, порівнюючи з аналогічним періодом минулих років (1994–2021 рр.). Так, кількість пожеж підвищилася від 7,65 до 48 випадків (більше ніж у 6 разів); площа пожеж збільшилася з 26,4 га до 13 989,6 га (у 529,9 разу).

Ключові слова: ландшафтні пожежі, лісові пожежі внаслідок війни, зона відчуження ЧАЕС.

Вступ. Уранці 24.02.2022 розпочалося повномасштабне вторгнення Російської Федерації в Україну, що супроводжується інтенсивними військовими діями. Війна негативно впливає на біологічне різноманіття й екосистеми загалом, що підтверджується наслідками десятків війн у країнах Азії, Африки, Близького Сходу та Європи (Dudley et al. 2002, Machlis & Hanson 2008). Територія зони відчуження (ЗВ) ЧАЕС не стала винятком. Унаслідок ведення бойових дій та окупації території (з 24.02.2022 до 01.04.2022), яку було звільнено силами ЗСУ, виявлено значні площі, пошкоджені вогнем. Такі пожежі на радіоактивно забруднених територіях спричиняють великі екологічні ризики не тільки через втрату біорізноманіття, але й через емісію та перенесення радіоактивних речовин із димом (Zibtsev et al. 2015, Borsuk 2019). У зв'язку із цим потрібен постійний моніторинг пожежної ситуації, який став неможливим через військові дії. Під час військових дій прямиий доступ до зони впливу значно ускладнюється, а в поєднанні з розмитістю просторового та часового визначення наслідків вчасність і точність їхнього оцінювання стає викликом (Mendez & Valánszki 2021). Незважаючи на деокупацію, доступ для персоналу до території Чорнобильської ЗВ залишається обмеженим, зокрема через небезпеку замінування. Тому огляд пошкоджених вогнем територій і визначення їхніх меж у природі не є можливим. Оскільки з початком вегетаційного періоду наслідки пожеж на перелогах через 1–2 місяці стануть малопомітними, інформація, отримана із супутникових даних, залишається єдиним доступним джерелом моніторингу пожеж та їхніх наслідків.

Мета роботи – виявити можливості моніторингу пожеж засобами дистанційного зондування землі та оцінити кількість і площу пожеж за час окупації території зони відчуження ЧАЕС.

Матеріали й методи. Дослідження проведено протягом березня – квітня 2022 р. на території ЗВ ЧАЕС. У зв'язку з відсутністю доступу до досліджуваної території використано доступні засоби супутникового моніторингу пожеж і дані супутникової зйомки. Наразі дають можливість виявляти пожежі кілька глобальних і регіональних систем, які базуються на виявленні термальних аномалій (Mazzeo et al. 2022). Для виявлення пожеж використовують такі сенсори, як SEVIRI (Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager), AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) та VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) (Mazzeo et al. 2022). Точність виявлення пожеж цими сенсорами є доволі високою. Наприклад, достовірність даних для виявлення

пожеж в Італії становила 69,1–94,9 % (Filizzola et al. 2017). У дослідженні використано дані систем, які застосовують сенсори MODIS та VIIRS. Сенсори MODIS із роздільною здатністю 1 км розміщено на супутниках Terra та Aqua. Термальні аномалії визначають згідно з алгоритмом MODIS MOD14/MYD14 Fire and Thermal Anomalies. Сенсори VIIRS мають роздільну здатність 375 м для виявлення термальних аномалій. Дані цих сенсорів обробляють згідно з алгоритмом VNP14IMG.

Використовувати супутникові дані для виявлення пожеж почали в 1980-х роках. Від того часу було значно вдосконалено обладнання та алгоритми виявлення загорянь, що дає змогу отримувати інформацію кілька разів на день (Wooster et al. 2021).

Для виявлення пожеж на території Чорнобильської ЗВ у період окупації використано системи Національного управління з аеронавтики і дослідження космічного простору (NASA) Fire Information for Resource Management System (FIRMS) та Європейського космічного агентства (ESA) European Forest Fire Information System (EFFIS). Після виявлення пожеж проводили їхню верифікацію за допомогою супутникових даних Sentinel-2 та Landsat 8, 9. У разі відсутності супутникових даних поточні орієнтовні площі пожеж отримували з використанням модуля швидкого оцінювання збитків (RDA – Rapid Damage Assessment) системи EFFIS. Після закінчення горіння виконували пошук та оцифрування периметрів пожеж на знімках Sentinel-2 та Landsat 8, 9 (рис. 1).

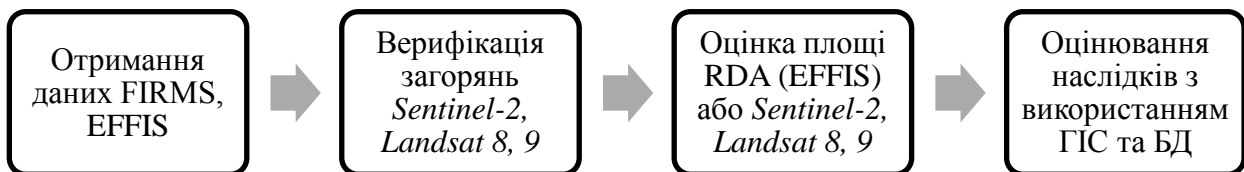


Рис. 1 – Схема отримання та обробки інформації щодо пожеж на території зони відчуження ЧАЕС

Для визначення контурів пожеж використовували знімки Sentinel-2 та Landsat 8, 9 у комбінації каналів SWIR–NIR–RED, що дає змогу візуально виявити території, пошкоджені вогнем, та оцифрувати їх засобами ГІС (рис. 2).

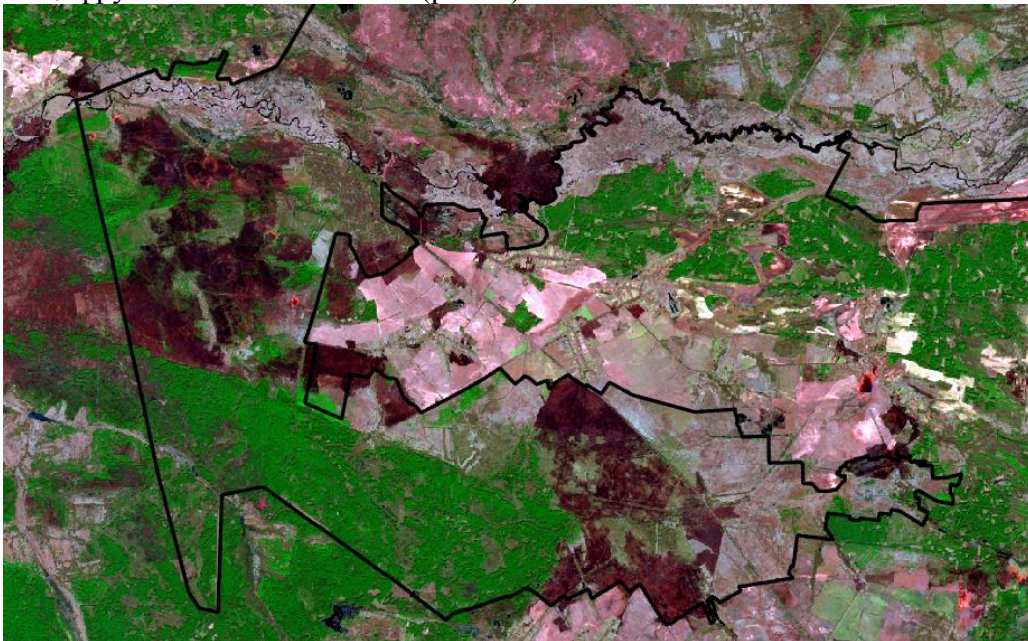


Рис. 2 – Знімок Sentinel-2 у комбінації каналів SWIR–NIR–RED для території Котовського лісництва зони відчуження ЧАЕС за 21.03.2021

Завершальним етапом моніторингу пожеж було оцінювання їхніх орієнтовних наслідків із використанням ГІС та шарів і баз даних із таксаційними характеристиками. Для цього за отриманими в процесі оцифрування контурами пожеж визначено їхні площі. Засобами ГІС

здійснено вибірку виділів, охоплених пожежами, їхнє обрізування до контуру пожежі з подальшим перерахуванням пройденої пожежею площі кожного окремого виділу, що дало змогу доволі точно категоризувати пошкоджені вогнем території. Для виконання цих завдань використано картографічні дані й таксаційні описи державного спеціалізованого підприємства «Північна Пуща», отримані під час проведення базового лісовпорядкування у 2016 р.

Результати та обговорення. В умовах відсутності доступу до території Чорнобильської ЗВта можливості здійснення патрулювання території й використання камер відеонагляду єдиним способом моніторингу пожежної ситуації залишаються супутникові дані. Водночас не всі активні пожежі можна виявити супутниковою зйомкою. Значний вплив на виявлення пожеж мають атмосферні явища, висока хмарність, значна задимленість (Wooster et al. 2021).

Нами проаналізовано кількість термальних аномалій, виявлених сенсорами MODIS та VIIRS на території ЗВ ЧАЕС. Оскільки більшість пожеж тривали менше ніж добу, враховуючи можливість початку пожеж за межами ЗВ та часту хмарність у весняні місяці, для аналізу було відібрано термальні аномалії як у самій ЗВ, так і в буферній зоні 1 км навколо неї. Це дало змогу оцінити можливість виявлення пожеж, які швидко згасали після поширення на територію ЗВ, та визначити дати їхнього виникнення. За побудованими контурами пожеж під час дослідження експертним шляхом визначено їхню кількість, виявлених тим чи іншим сенсором (табл. 1).

Таблиця 1

Особливості виявлення пожеж сенсорами MODIS та VIIRS на території Чорнобильської зони відчуження в період 24.02.2022–01.04.2022

Показник	Тип сенсора	
	MODIS	VIIRS
Кількість осередків пожеж, шт.	48	48
Кількість термальних аномалій, шт.	84	370
Кількість виявлених пожеж, шт.	22	33
Кількість пожеж, що не виявлені, шт.	26	15
Площа пожеж за RDA, га	10 866,3	–
Площа пожеж за даними Sentinel-2, Landsat 8, 9, га	13 989,2	

У процесі дослідження виділено 48 осередків пожеж на території Чорнобильської ЗВ. Засобами ГІС проаналізовано наявність термальних аномалій, виявлених сенсорами MODIS та VIIRS у межах визначених контурів кожної окремої пожежі. Сенсорами MODIS виявлено 46 % пожеж, а VIIRS – 69 %. Виявленими вважали пожежі, в межах контуру яких фіксували хоч одну термальну аномалію. Значний вплив на виявлення загорань має щільна хмарність, що зумовило виявлення лише частини пожеж системами моніторингу за досліджуваній період. Слід зазначити, що за допомогою супутникових даних виявляють найчастіше великі пожежі з тривалим горінням, а чим швидше пожежа згасає, тим меншою є ймовірність її виявлення (Filizzola et al. 2017). Це свідчить про те, що крім зазначених у таблиці 1 пожеж на території Чорнобильської ЗВ могли статися нетривалі пожежі невеликої інтенсивності, виявити які наявними засобами неможливо.

Наступним кроком моніторингу пожеж на території ЗВ ЧАЕС було визначення їхніх периметрів та орієнтовних площ. У зв'язку із затримкою отримання супутникових даних Sentinel-2 та Landsat 8, 9 для поточного інформування можливе використання сервісу RDA від EFFIS, який надає периметри пожеж на основі даних MODIS із їхньою верифікацією. Водночас кращим варіантом є аналіз і порівняння супутникових знімків та оцифрування периметрів пожеж, оскільки RDA може не враховувати ділянки горіння під наметом лісу або давати хибні периметри на ділянках сухоостою, що може бути виявлено експертним шляхом. Проте експертне оцінювання периметра і площ пожеж потребує верифікації в натурі, за можливості з відвідуванням місця горіння чи використанням БПЛА. Порівняння площі пожеж різними шляхами свідчить, що сервіс RDA зафіксував близько 78 % площ пожеж на

території зони відчуження ЧАЕС. Таким чином, RDA «зменшує» реальні площі пожеж на 22,4 %.

Іншим важливим елементом моніторингу є спостереження за розвитком (поведінкою) пожежі задля оцінювання ризиків виникнення особливо великих неконтрольованих пожеж із частотою кілька разів на день (рис. 3).

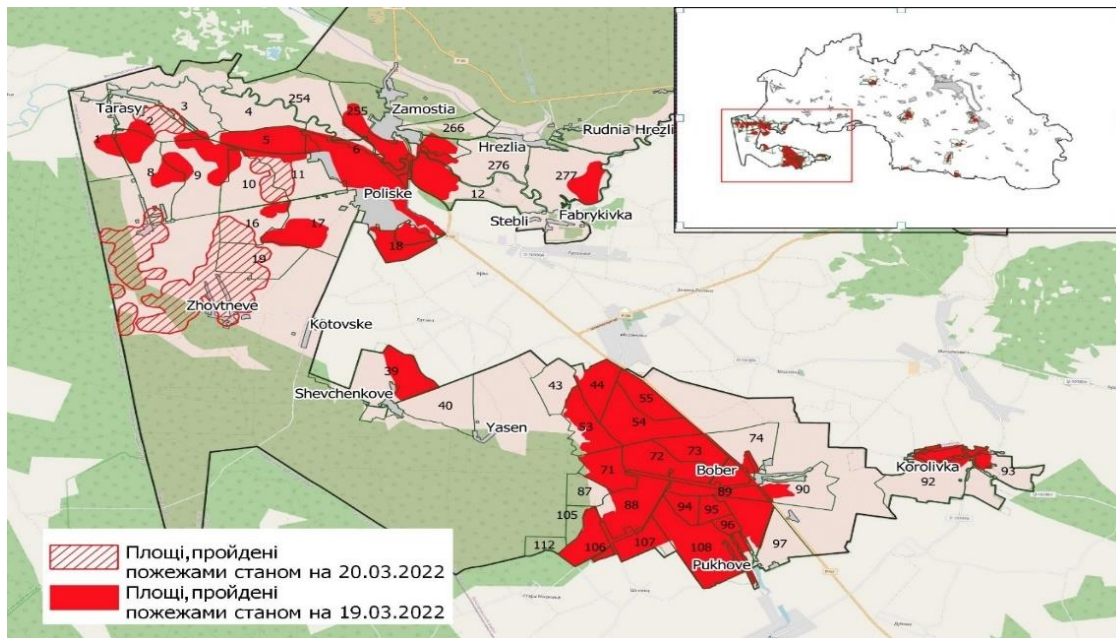


Рис. 3 – Поширення пожежі в природних комплексах Денисовицького і Котовського лісництв упродовж 19–20 березня 2022 р.

За час окупації на території Чорнобильської ЗВ зафіксовано пожежі в природних комплексах і покинутих селах на площі 13 989,59 га. У зв'язку з холодними та вологими погодними умовами пожежі, що виникали внаслідок обстрілів, зазвичай самозгасали. Слід зазначити, що ідентифікували лише великі пожежі, які фіксували супутниковою зйомкою (VIIRS, MODIS) та верифікували за допомогою Sentinel-2 та Landsat 8, 9. Найбільші кількості і площа пожеж були характерні для південно-західної частини зони відчуження ЧАЕС – Котовське лісництво (рис. 4).

Наразі на основі аналізу даних супутникової зйомки (VIIRS, MODIS та їхньої верифікації за допомогою Sentinel-2 та Landsat 8, 9) пожежі охопили понад 8 178 га перелогів і 3 489 га лісів, а також болота, згарища минулих років і покинуті населені пункти (табл. 2). Такий розподіл площ є характерним для весняного періоду на території ЗВ ЧАЕС (Borsuk 2019). Як видно з таблиці 2, найбільша площа пожеж була характерна для перелогів та відкритих ландшафтів (з переважанням трав'яної рослинності), адже рано навесні та навіть взимку цей тип ландшафтів із наявністю горючих матеріалів (травостоїв) становить високу пожежну небезпеку (за належних погодних умов і наявності джерела вогню): травостої здатні висихати до пального стану за кілька годин. Таким чином, практично кожен обстріл потенційно здатен спричинити ландшафтну пожежу, а за сильних поривчастих вітрів, типових для лютого – квітня, такі пожежі швидко поширювалися на значні площі та перекидалися на лісові масиви.

За досліджуваний період на території ЗВ ЧАЕС збільшилися середня кількість та площа пожеж, як порівняти з аналогічним періодом минулих років (24 лютого – 1 квітня за період 1994–2021 рр.). Кількість пожеж збільшилася з 7,65 до 48 випадків (більш ніж у 6 разів); площа пожеж зростає з 26,4 га до 13 989,6 га (тобто збільшилася у 529,9 разу). З огляду на невисоку температуру повітря й доволі високу вологість у лютому – березні 2022 р.

причинами виникнення такої кількості пожеж стали бойові дії та умисні підпали, здійснені окупаційними військами.

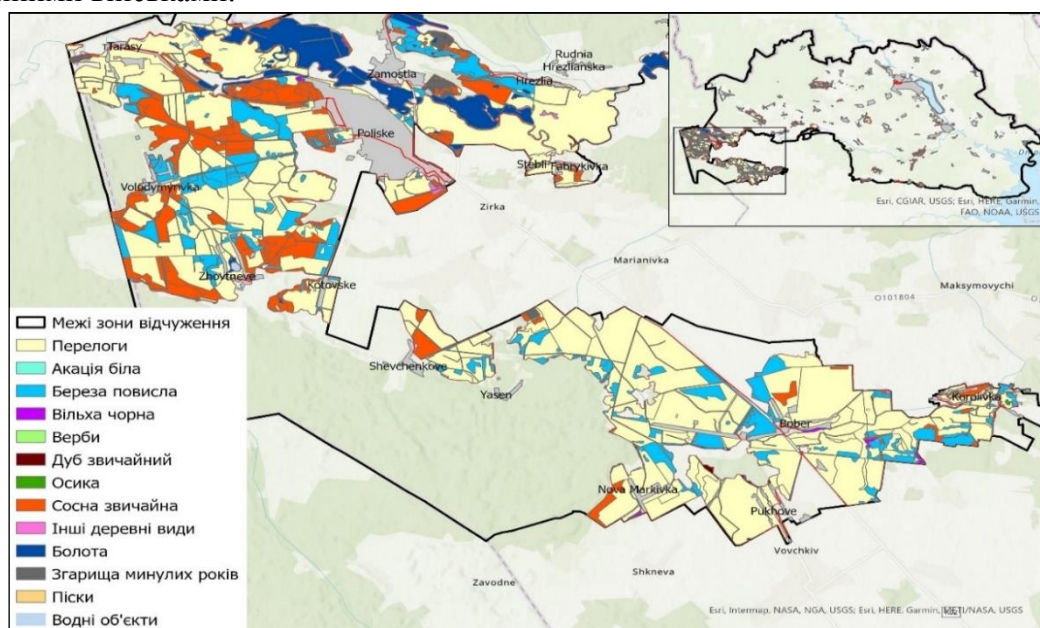


Рис. 4 – Пожежі на території Котовського лісництва за категоріями земель і видами дерев

Таблиця 2

Пожежі на території зони відчуження ЧАЕС за категоріями земель

Категорії земель		Д	Дт	Кр	Кт	Л	П	«Рудий ліс»	Площа, га
Вкриті лісом землі	Перелоги, галявини	938,1	227,9	388,2	6 075,2	525,2	23,3	–	8 177,90
	Березняки	237,9	96,8	19,4	1 111,0	280,7	62,2	–	1 808,00
	Вільшаники	11,4	3,4	12,0	21,7	0,2	–	–	48,70
	Дубняки	3,4	–	12,3	10,1	–	–	–	25,80
	Сосняки	135,9	44,4	137,8	1 206,3	14,6	2,3	–	1 541,30
	Інші деревні види	7,1	13,4	24,6	14,3	5,1	0,8	–	65,30
Незімкнені лісові культури		1,4	–	–	10,7	–	–	–	12,1
Згарища, загиблі насадження, зруби		55,6	–	–	16,1	–	–	–	71,6
Протипожежні розриви		–	12,5	–	–	–	–	–	12,5
Землі під лініями електромережі, газопроводами		1,7	22,9	6,0	54,4	3,3	–	–	88,4
Піски		0,4	–	–	–	–	–	–	0,4
Болота		616,3	2,1	1,8	77,5	37,2	5,3	–	740,1
Водні об'єкти		59,7	9,2	7,4	228,2	14,8	7,1	–	326,2
Покинута населені пункти		115,9	62,5	31,6	641,7	141,5	–	–	993,2
Інфраструктура		–	–	0,6	–	–	–	–	0,6
Територія в межах ПТЛРВ «Рудий ліс»		–	–	–	–	–	–	77,2	77,2
Загалом		2 184,8	495,1	641,7	9 467,2	1 022,6	101,0	77,2	13 989,6

Примітка. Д – Денисовицьке л-во; Дт – Дитятківське л-во; Кр – Корогодське л-во; Кт – Котовське л-во; Л – Луб'янське л-во; П – Паришівське л-во; «Рудий ліс» – Територія в межах ПТЛРВ «Рудий ліс».

Зважаючи на доволі приблизне просторове розрізнення основних сенсорів, які використовують для ідентифікації термальних аномалій, більшість доступних продуктів орієнтуються на глобальний рівень використання (Woostler et al. 2021, EFFIS 2022, FIRMS 2022). Такі продукти дають змогу досліджувати основні часові та просторові тенденції розподілу пожеж, певною мірою даючи можливість визначити основні пожежні режими території. Більшість дослідників в Україні використовують дані ДЗЗ як допоміжний інструмент отримання інформації щодо історії лісових та інших пожеж (Zibtsev et al. 2015, Borsuk 2019). Водночас сучасні можливості дають змогу використовувати ці методи як самостійне джерело даних, отримання яких не залежить від регіональної політики, доступності території для наземних досліджень тощо. ДЗЗ почали активно використовувати для оцінювання наслідків конфліктів (Dudey et al 2022, Mende & Vonski 2021), попри це самі методики не є цілком випробуваними та мають загальний характер, що робить цю статтю доволі актуальною.

На основі даних моніторингу пожеж сформовано базу ландшафтних пожеж за час активних бойових дій та окупації Чорнобильської ЗВ. Ці дані буде використано для подальшого оцінювання економічних, екологічних та соціальних втрат унаслідок пожеж, що були спричинені агресією РФ на території ЗВ ЧАЕС, разом із втратами від невиконання природними комплексами екосистемних послуг.

Висновки. За відсутності доступу до досліджуваних територій використання супутникових даних є ефективним способом моніторингу пожеж, який надає можливість оцінити їхні наслідки та зберегти життя людей, які зазвичай оцінюють наслідки пожеж наземним способом. Використання методів ДЗЗ під час моніторингу пожеж є найдоступнішим та безкоштовним засобом, хоча й поступається точністю інформації, отриманій з БПЛА чи в результаті наземного оцінювання.

Визначено, що сенсори MODIS здатні виявити 46 % пожеж, а VIIRS – 69 %. Порівняння площ пожеж, отриманих різним шляхом, дає підстави вважати, що сервіс RDA від EFFIS фіксує близько 78 % площ пожеж та є найточнішим засобом для моніторингу пожеж, але водночас поступається комбінації ручної ідентифікації та визначення площ згарищ у комплексі MODIS&VIIRS + Sentinel-2 & Landsat 8, 9.

За час окупації на території зони відчуження ЧАЕС зафіксовано пожежі в природних комплексах і покинутих селах на площі близько 13 989,6 га, зокрема 3 489 га – у лісах та 8178 га – на перелогах. Розподіл пожеж за категоріями охоплених вогнем земель є характерним для весняного періоду, проте великі кількість та площа пожеж є аномальними.

Кількість пожеж у ЗВ ЧАЕС проти аналогічного періоду (24 лютого – 1 квітня 1994–2021 рр.) збільшилася від 7,65 до 48 випадків (більш ніж у 6 разів); площа пожеж зросла з 26,4 га до 13 989,6 га (збільшилася у 529,9 разу). Ці дані свідчать про значне погіршення пожежної ситуації, спричинене військовими діями.

Зважаючи на достатню точність (особливо для великих та особливо великих пожеж), дистанційний моніторинг за допомогою сервісів EFFIS або за допомогою ручної ідентифікації, описаної у статті, дає змогу здійснювати пожежний моніторинг у зоні бойових дій чи територій, забруднених боєприпасами, без ризику для життя та здоров'я залученого персоналу.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Borsuk, O. A. 2019. Comprehensive assessment of the fire hazard of forests in the exclusion zone. PhD thesis. Kyiv, 222 p. (in Ukrainian).

Dudley, J., Ginsberg, J., Plumpton, J., Hart, A., Campos, L. 2002. Effects of war and civil strife on wildlife and wildlife habitats. *Conserv. Biol.*, 16 (2): 319–329.

European Forest Fire Information System EFFIS. 2022. [Electronic resource]. Available at: <https://effis.jrc.ec.europa.eu/> (accessed 12.04.2022).

Filizzola, C., Corrado, R., Marchese, F., Mazzeo, G., Paciello, R., Pergola, N., Tramutoli, V. 2017. RST-FIRES, an exportable algorithm for early-fire detection and monitoring: Description, implementation, and field validation in the case of the MSG-SEVIRI sensor. *Remote Sens. Environ.*, 192: e2–e25. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.01.019>

FIRMS, FIRMS Global Fire Map. 2022. [Electronic resource]. Available at: <http://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/firemap/> (accessed 12.04.2022).

Machlis, G. E. and Hanson, T. 2008. Warfare ecology. *BioScience*, 58: 729–736.

Mazzeo, G., De Santis, F., Falconieri, A., Filizzola, C., Lacava, T., Lanorte, A., Marchese, F., Nolè, G., Pergola, N., Pietrapertosa, C. et al. 2022. Integrated satellite system for fire detection and prioritization. *Remote Sens.*, 14: 335. <https://doi.org/10.3390/rs14020335>

Mendez, F. and Valánszki, I. 2021. Environmental armed conflict assessment using satellite imagery. *Journal of Environmental Geography*, 13: 1–14. <https://doi.org/10.2478/jengeo-2020-0007>

Wooster, M. J., Roberts, G. J., Giglio, L., Roy, D. P., Freeborn, P. H., Boschetti, L., Justice, C., Ichoku, C., Schroeder, W., Davies, D., et al. 2021. Satellite remote sensing of active fires: History and current status, applications and future requirements. *Remote Sens. Environ.*, 267: 112694. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112694>

Zibtsev S. V., Goldammer J. G., Robinson S., Borsuk O. A. 2015. Fires in nuclear forests: silent threats to the environment and human security. *Unasylva*, 243/244(66): 40–51.

Borsuk O. A.¹, Sydorenko S. H.²

MONITORING OF WILDFIRES IN NATURAL COMPLEXES OF THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE AND COMPULSORY RESETTLEMENT ZONE UNDER THE INFLUENCE OF RUSSIAN AGGRESSION

¹*Chernobyl Radiation and Ecological Biosphere Reserve*

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

The study estimated the number and total area of wildfires within the Chernobyl Exclusion Zone that occurred due to the hostility and occupation of the territory. The accuracy of different approaches to landscape fire monitoring by remote sensing methods and relevant services (FIRMS and EFFIS) was assessed. The findings showed that MODIS sensors can detect 46% of the fires, while VIIRS 69%. Having compared the burnt area in different ways, we suggest that the RDA (Rapid Damage Assessment) service by EFFIS captures about 78% of the fire area. At the same time, a combination of manual identification with MODIS & VIIRS + Sentinel-2 & Landsat 8,9 still has the highest accuracy. During the occupation, fires were recorded in an area of about 13,989.2 hectares, including 3,489 hectares of forested landscapes. It was found that the average fire number and burnt area increased compared to the same period of previous years (from 24 February to 1 April for the years 1994–2021). Thus, the number of fires increased more than 6 times; the burnt area increased 529.9 times.

Key words: landscape fires, forest fires caused by war, Chernobyl Exclusion Zone.

E-mail: serhii88sido@gmail.com

Одержано редколегією 30.04.2022



І. М. КОВАЛЬ, В. П. ВОРОН, Є. Є. МЕЛЬНИК, С. Г. СИДОРЕНКО
ОЦІНЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНИХ СЕЗОНІВ
У ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ ДЕНДРОХРОНОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ

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

Досліджено радіальний приріст *Pinus sylvestris* L. у Лівобережному Лісостепу. Використано метод накладання епох, сутність якого полягає в тому, що динаміку приросту й кліматичних чинників розглядають у межах 11-річного циклу сонячної активності (циклу Швабе – Вольфа). Створено регіональну хронологію для Лісостепу, яка складається із 62 індивідуальних деревно-кільцевих серій. Зіставлено динаміку деревно-кільцевої індексної хронології RESIDUAL та динаміку чисел Вольфа. Виявлено цикли сонячної активності (СА) за числами Вольфа тривалістю 9–13 років: 1823–1834, 1834–1843, 1843–1856, 1878–1889, 1889–1901, 1901–1912, 1912–1924, 1924–1934, 1934–1944, 1944–1954, 1954–1964, 1964–1976, 1976–1986, 1986–1997, 1997–2008, 2008–2019 та 2019–2030 рр. На гілці підйому СА зафіксовано збільшення кількості опадів та амплітуди коливань показників зволоження й температури. Отже, у вологі періоди доцільно створювати лісові культури, а перехідні до сухих років періоди використовувати для проведення рубок догляду. Виявлено зв'язок між рівнем вологозабезпечення (гідротермічний коефіцієнт), динамікою приросту дерев і пожежонебезпечними сезонами. Дендрохронологічними методами виявлено роки з мінімальною вологістю, тобто пожежонебезпечні, – 2020, 2024 та 2028 рр., а також роки з максимальною вологістю – 2021, 2023 та 2025 рр.
Ключові слова: радіальний приріст *Pinus sylvestris* L., 11-річний цикл сонячної активності, числа Вольфа, прогноз, пожежонебезпечні періоди.

Вступ. Прогнозування приросту деревостанів є важливим і актуальним завданням лісової галузі для визначення оптимальних стратегій й тактики господарської діяльності. Наявність циклічної мінливості сонячної активності (СА), що відбивається в динаміці кліматичних ритмів та інших природних процесів, необхідно брати до уваги під час аналізу кліматичних чинників, моделювання їхньої динаміки й прогнозування мінливості приросту дерев (Nordemann et al. 2005, Prestes et al. 2011). Дендрохронологічну інформацію широко використовують в екологічному прогнозуванні. Прогнози, що базуються на даних визначення радіального приросту, виділяють в особливий клас екологічних прогнозів – дендрохронологічних. У лісовому господарстві такі прогнози є необхідними для планування охорони лісів від пожеж і захисту від шкідників і хвороб, лісовідновних робіт, рубок догляду за лісом та інших видів діяльності. Найпростішим і найнадійнішим способом вивчення зв'язків річного приросту сосни з кліматичними чинниками є пряме зіставлення цих показників за досліджуваній часовий ряд (Matveev 2014, Koval 2021).

Мета роботи – прогнозування пожежонебезпечних років дендрохронологічними методами з використанням динаміки сонячної активності для Лівобережного Лісостепу.

Матеріали й методи. Керни відібрано в 100-річному чистому сосновому насадженні, яке росте на території Державного підприємства «Харківська лісова науково-дослідна станція» (квартал 159, вид. 2). Основні таксаційні показники насадження: $H_{\text{сер.}} = 24$ м, $D_{\text{сер.}} = 42$ см, клас бонітету II, тип лісу В₂-дС (свіжий дубово-сосновий субір), повнота – 0,6, запас деревини на 1 га – 310 м³. В аналізі використано дані Харківської метеостанції та дані з журналу обліку лісових пожеж ДП «Харківська лісова науково-дослідна станція».

Використано стандартні дендрохронологічні методики (Cook and Kairiukstis 1990). Після відбору кернів здійснювали вимірювання та датування приросту, тобто визначення для кожного кільця фактичного року формування. Надалі методом стандартизації, тобто створенням деревно-кільцевих індексних хронологій за допомогою програми ARSTAN, вилучено вікові тренди з індивідуальних деревно-кільцевих серій. Це дало змогу знайти реакцію радіального приросту на вплив зовнішніх умов. Ця процедура є фільтрацією низькочастотної складової в багаторічних коливаннях приросту.

Застосовано метод накладання епох, який належить до непараметричних методів виділення прихованої періодичності. Сутність методу полягає в тому, що динаміку приросту й кліматичних чинників аналізують у межах 11-річного циклу СА (циклу Швабе – Вольфа).

Перевагою цього методу є відсутність апріорного припущення про форму періодичної складової, яка в більшості випадків вважається гармонікою, а отже, є змога визначити істинну форму періодичної складової (Matveev 2014).

Із застосуванням методу накладених епох зроблено візуальний аналіз рядів. Досліджено графіки ширини річних кілець залежно від віку в абсолютних одиницях (мм) й у відносних індексах (%). Цей метод дає змогу оцінити загальний характер динаміки приросту, виявити дати екстремумів, простежити зміни амплітуди й частоти коливань, виявити циклічність коливань приросту. Виконано також спектральний аналіз із використанням методу накладених епох.

За нульовий (реперний) рік беруть рік максимуму СА в 11-річному циклі. За досліджуваний період (кілька 11-річних циклів, залежно від довжини ряду) розраховують середні значення показників для нульового року, попередніх і наступних років як для СА (у числах Вольфа), так і для інших характеристик, які досліджують: опадів, температури, гідротермічного коефіцієнта Г. Т. Селянінова (ГТК), індексів приросту. Отримані дані можуть бути подані у вигляді таблиць і графічно. Цей метод дає можливість оцінити динаміку та екстремуми приросту й кліматичних факторів щодо фази циклу СА (Matveev 2014). Для прогнозу динаміки радіального приросту сосни звичайної використано множинно-регресійну модель чисел Вольфа та дані метеостанції Харків (Kholoptsev & Nikiforova 2011). Лівобережний Лісостеп відзначається посушливим кліматом із нерівномірним зволоженням як протягом року, так і за окремими роками. Нами використано кореляційний аналіз зв'язків індексів радіального приросту сосни звичайної та динаміки лісових пожеж із кліматичними показниками, зокрема опадами, середньою температурою повітря і ГТК (Oliynyuk & Viter 2011) за вегетаційний період (квітень – серпень), СА (у числах Вольфа – W) за 2017–2020 рр. (World Data Center 2021).

Результати та обговорення. На основі 20 індивідуальних деревно-кільцевих хронологій створено індексну деревно-кільцеву хронологію RESIDUAL, з якої видалено віковий тренд. Зіставлено динаміку індексів радіального приросту сосни звичайної в насадженні Лівобережного Лісостепу та СА (рис. 1, табл. 1).

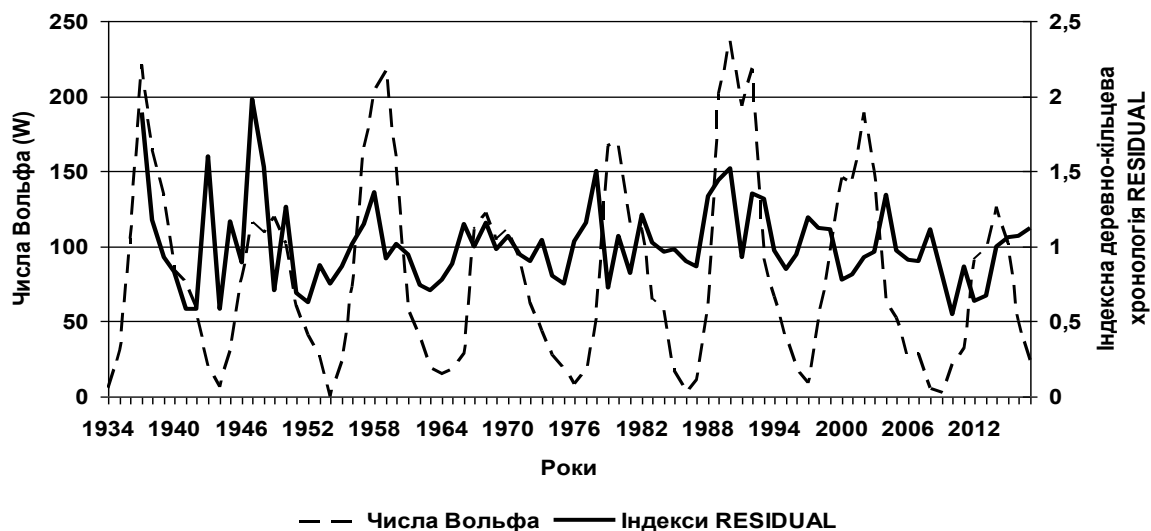


Рис. 1 – Динаміка індексів радіального приросту сосни звичайної RESIDUAL для насадження ДП «Харківська лісова науково-дослідна станція» та сонячної активності (World Data Center 2021)

Кореляційним аналізом виявлено статистично значущі середні додатні зв'язки між індексною деревно-кільцевою хронологією RESIDUAL і числами Вольфа ($r = 0,35$; $t_{\text{факт.}} = 3,27$; $t_{0,01} = 2,68$).

11-річні цикли сонячної активності (числа Вольфа) (World Data Center 2021)

№ циклу	Початок циклу, рік	Кінець циклу, рік	Тривалість циклу, років	Рік максимального значення числа Вольфа (W)
17	1934	1944	10	1937
18	1944	1954	10	1947
19	1954	1964	10	1958
20	1964	1976	12	1968
21	1976	1986	10	1979
22	1986	1997	11	1990
23	1997	2008	11	2002
24	2008	2019	11	2014
25*	2019	2030	11	2024

*25 цикл – прогноз.

Виявлено роки депресії приросту, викликані дефіцитом вологості: 1962, 1975, 1995, 2000, 2010 та 2012 рр., для яких ГТК становив від 0,44 до 0,97, тобто ці роки належать до діапазону від середньо посушливих до років з недостатньою вологістю за ГТК Селянінова (рис. 2).

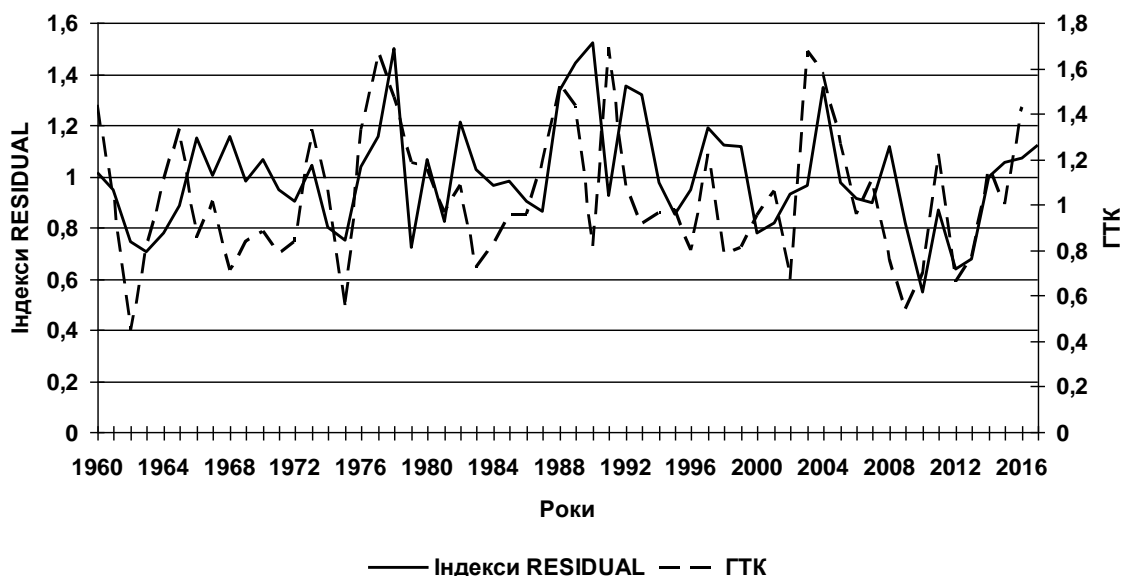


Рис. 2 – Динаміка індексної деревно-кільцевої хронології RESIDUAL та гідротермічного коефіцієнта

Виявлено статистично значущі середні додатні зв'язки між деревно-кільцевою хронологією RESIDUAL та ГТК ($\eta = 0,38$; $t_{\text{факт.}} = 3,07$; $t_{0,01} = 2,63$). Кількість опадів за квітень – серпень у ці роки становила 115–219 мм за норми 260 мм (відхилення від норми – від 16 до 55 %). Подібні результати отримано дендрохронологічними дослідженнями в Центральному Лісостепу. Кореляційний аналіз виявив низьку тісноту прямолінійного зв'язку між індексами річних кілець сосни на обстежених ділянках із показником сонячної активності (у числах Вольфа): коефіцієнт кореляції $r = 0,1$. Нелінійний зв'язок виявився помірним: кореляційне відношення $\eta = 0,4$ (Matveev 2014). Роки з мінімальними індексами приросту річного кільця збігаються з найпосушливішими роками, коли було багато пожеж (1994, 1999, 2002, 2009, 2012, 2015) на досліджуваній ділянці (див. рис. 2, 3). Залежність кількості пожеж від ГТК апроксимовано поліноміальною кривою третього порядку ($r = 0,41$; $t_{\text{факт.}} = 2,59$; $t_{0,05} = 2,05$) (рис. 4). Отже, виявлено залежність між радіальним приростом дерев і СА (числами Вольфа), між радіальним приростом та умовами вологозабезпечення (ГТК), а також знайдено значущі зв'язки між кількістю пожеж і ГТК. Це свідчить про наявність зв'язків між динамікою приросту дерев і роками високої пожежної небезпеки.

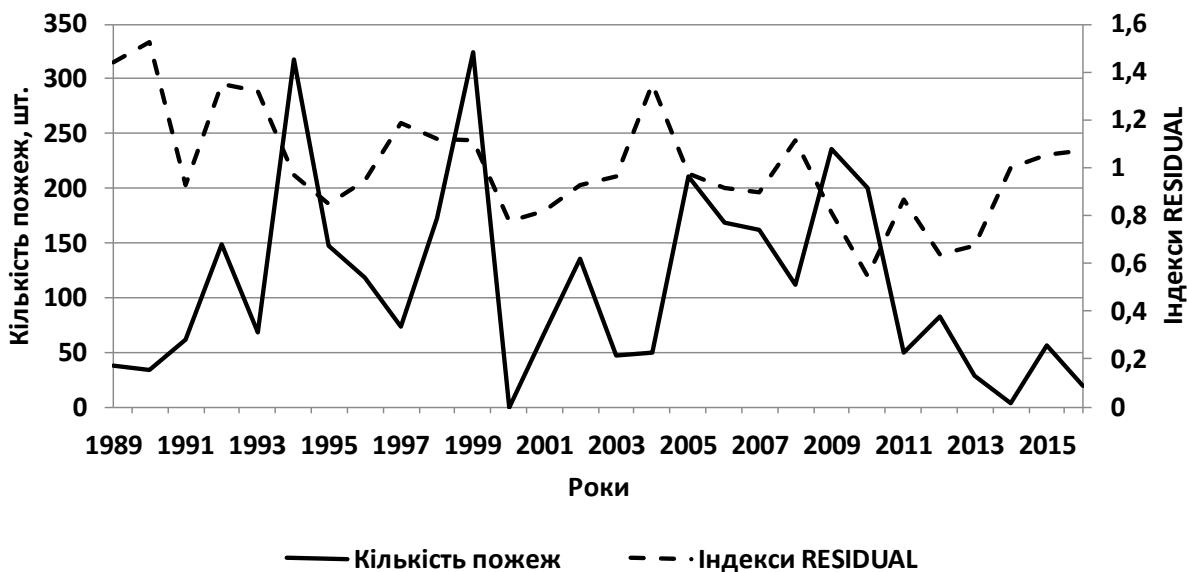


Рис. 3 – Динаміка індексів радіального приросту RESIDUAL та кількості пожеж

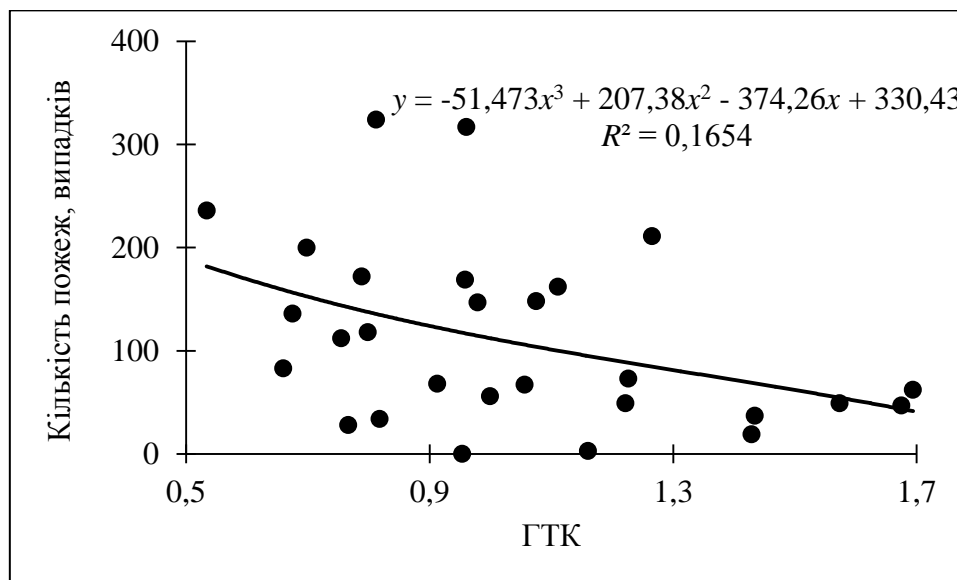


Рис. 4 – Залежність кількості пожеж від гідротермічного коефіцієнта

Найменші числа Вольфа виявлено під час 20 та 24 циклів СА (1964–1976 та 2008–2019 рр. відповідно). Найменший радіальний приріст характерний для 19, 20 та 24 циклів, тобто для 1954–1964, 1964–1976 та 2008–2019 рр. Найвищі температури виявлено для 24 циклу, а найменшу суму опадів – для 20 циклу. При цьому за даними ГТК найбільш посушливим видався 24 цикл (2008–2019 рр.). Упродовж 23 циклу відбулося 127 пожеж, а впродовж 24 – 76 (табл. 2).

Дендрохронологічними дослідженнями *Araucaria angustifolia* в Бразилії також виявлено узгодженість динаміки річного радіального приросту і 11-річного циклу СА в періоди її максимуму (Prestes et al. 2011). Найбільш помітним є 10–12-річний цикл, першопричиною якого, очевидно, є 11-річний цикл СА (Douglass 1919).

У наших дослідженнях тривалість 17–25 циклів СА Швабе – Вольфа становить 10–14 років (рис. 5). Аналіз усереднених значень чисел Вольфа та індексів RESIDUAL за 11-річними циклами методом накладених епох виявив максимуми радіального приросту за рік до максимумів СА, за два роки до максимуму (на гілці росту СА) та через три роки після максимуму (на гілці зменшення СА) (рис. 6).

Середні значення чисел Вольфа, індексів радіального приросту RESIDUAL, кількості пожеж і кліматичних чинників для 11-річних циклів сонячної активності

№ циклу	Рік початку та кінця циклу	Середні числа Вольфа	Середнє значення індексів радіального приросту RESIDUAL	Середні температури за квітень – серпень, °С	Середня сума опадів за квітень – серпень, мм	ГТК* за квітень – серпень, умовні одиниці
17	1934–1944	82,4 ± 20,8	1,0 ± 0,18	–	–	–
18	1944–1954	62,6 ± 13,4	1,0 ± 0,13	–	–	–
19	1954–1964	88,1 ± 24,5	0,93 ± 0,06	–	–	–
20	1964–1976	58,5 ± 12,0	0,96 ± 0,04	17,0 ± 0,45	218,0 ± 19,9	0,97 ± 0,07
21	1976–1976	70,8 ± 18,5	1,03 ± 0,06	16,4 ± 0,35	272,8 ± 17,6	1,12 ± 0,08
22	1986–1997	95,6 ± 26,2	1,13 ± 0,07	16,7 ± 0,24	283,4 ± 21,8	1,13 ± 0,08
23	1997–2008	79,4 ± 18,1	1,01 ± 0,05	17,5 ± 0,22	278,7 ± 21,0	1,07 ± 0,09
24	2008–2019	55,4 ± 14,3	0,89 ± 0,07	18,1 ± 0,40	256,7 ± 27,3	0,93 ± 0,11
25**	2019–2030	72,2 ± 16,3	0,98 ± 0,04	17,0 ± 0,22	242,3 ± 18,0	1,04 ± 0,04

*ГТК – гідротермічний коефіцієнт Селянінова. **Прогноз.

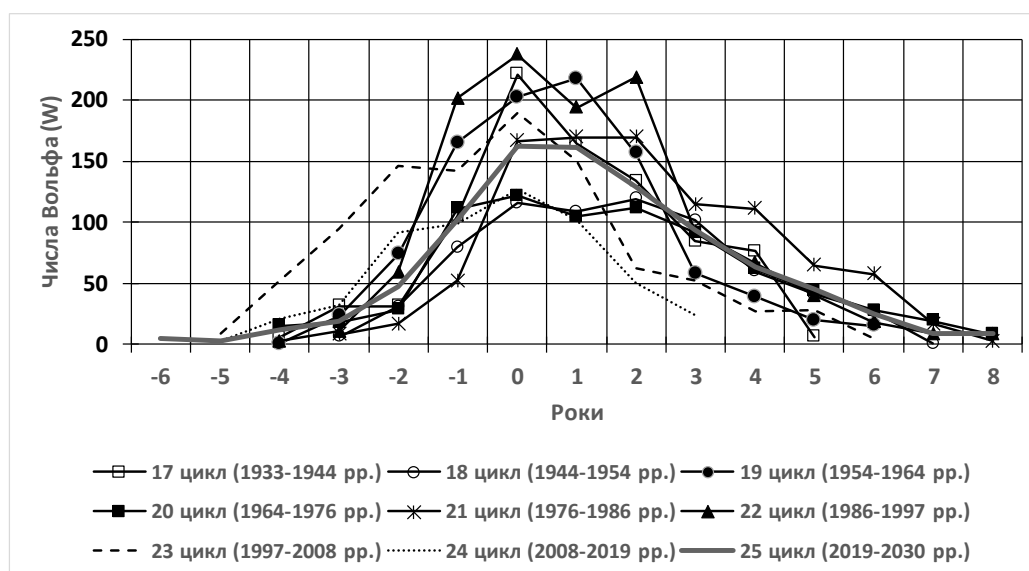


Рис. 5 – Динаміка сонячної активності, наведена за методом накладених епох (25 цикл – прогнозовані числа Вольфа)

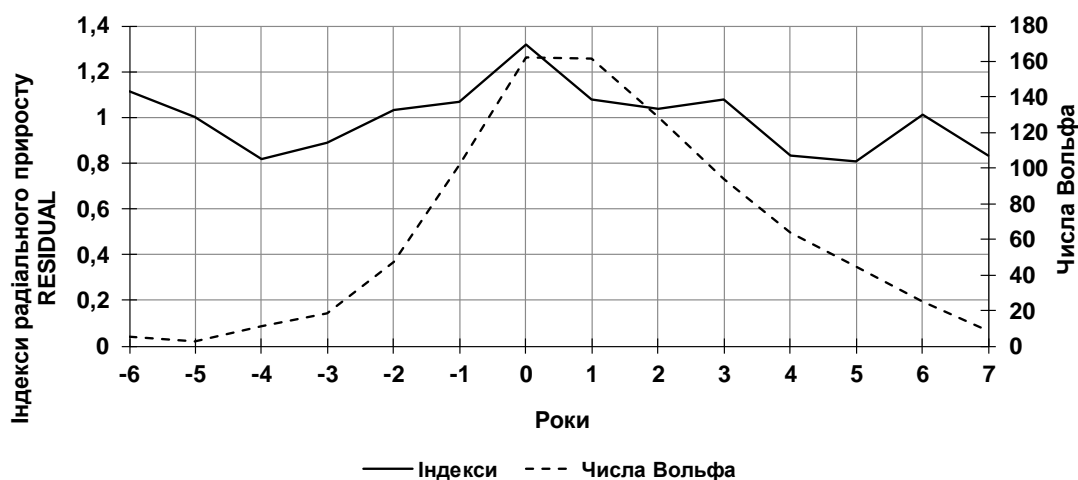


Рис. 6 – Усереднені числа Вольфа та індекси радіального приросту RESIDUAL за циклами Швабе – Вольфа

Мінімум кількості опадів припадає на рік максимальної активності сонця, на четвертий рік після підйому СА та на четвертий рік після її спаду. Максимальна кількість опадів припадає на другий рік до максимуму чисел Вольфа та на перший рік після нього, тобто на гілці спаду СА (рис. 7).

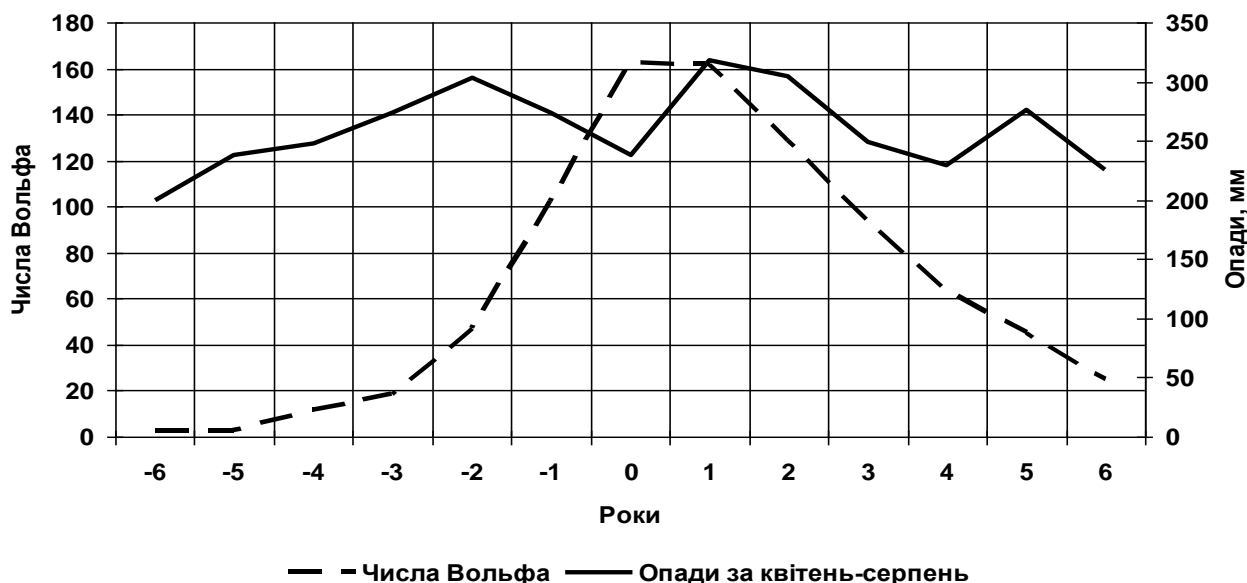


Рис. 7 – Усереднені числа Вольфа та опади за квітень – серпень

Максимальні значення чисел Вольфа супроводжують зниження температур, і навпаки (рис. 8).

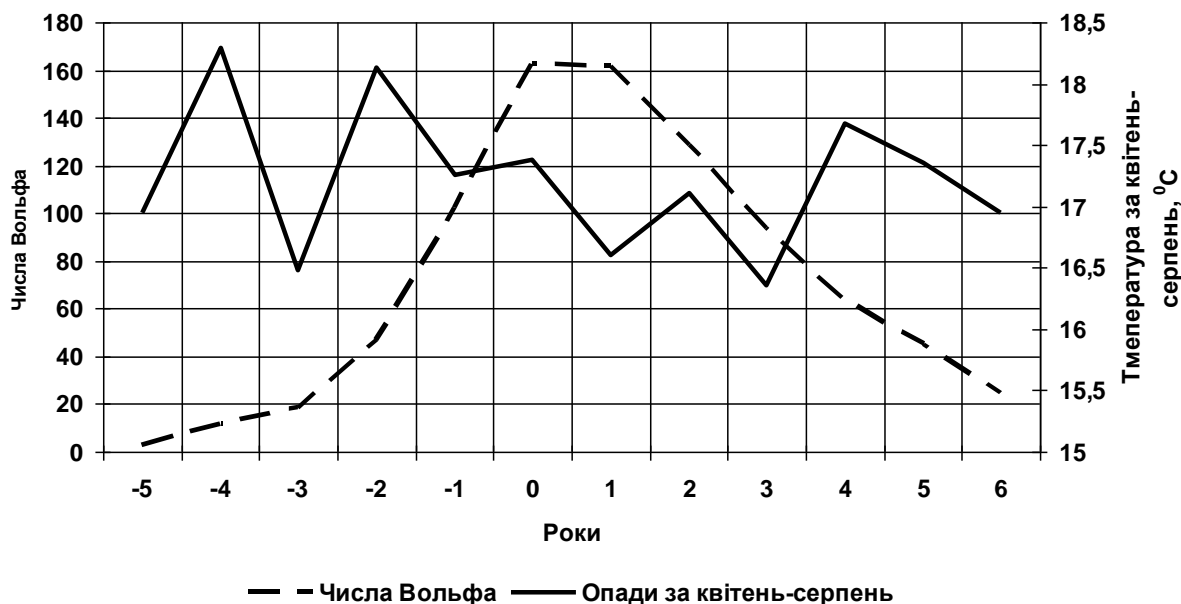


Рис. 8 – Усереднені числа Вольфа та температури за квітень – серпень

У зв'язку з тим, що ГТК Селянінова має найтісніші кореляційні зв'язки з приростом і СА, його використано для аналізу накладених епох.

Мінімуми радіального приросту та ГТК визначали за один і чотири роки до максимуму та через один та 4–5 років після максимуму чисел Вольфа на гілці спаду СА (рис. 9).

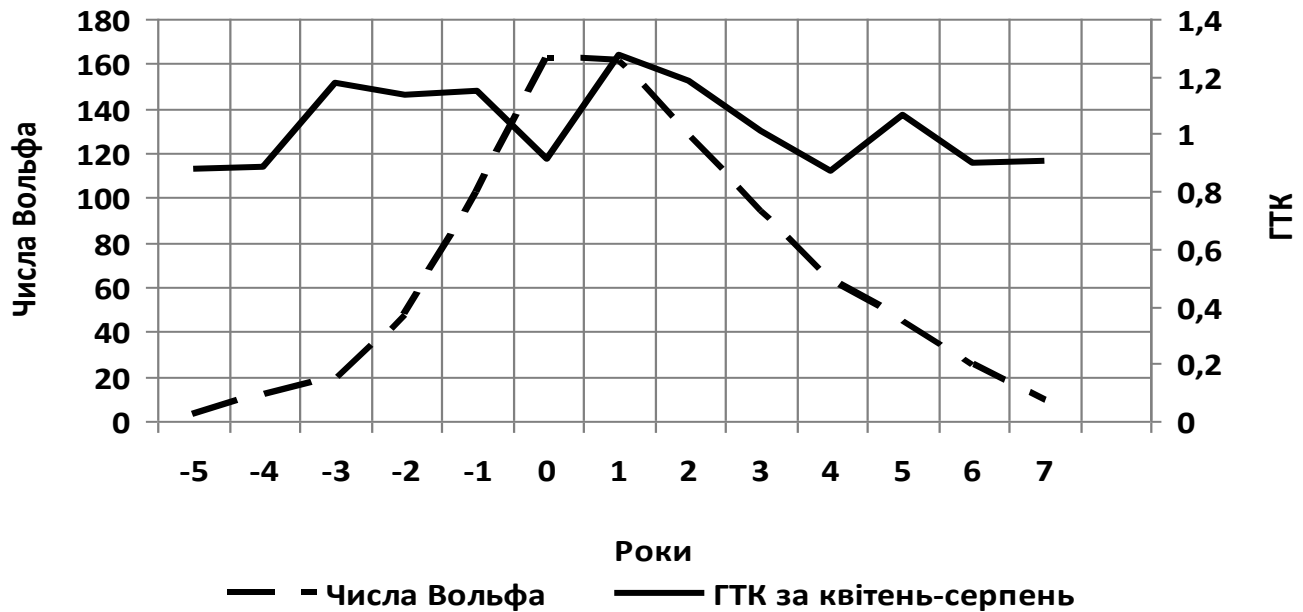


Рис. 9 – Усереднені числа Вольфа та гідротермічні коефіцієнти за циклами Швабе – Вольфа

Перший максимум індексів радіального приросту на тлі середнього циклу СА визначено за один або за два роки до максимуму чисел Вольфа. У рік піку СА відбувається зменшення кількості опадів і приросту, а температура упродовж вегетаційного періоду збільшується. Максимуми приросту на гілці спаду СА припадають на другий або третій роки, а мінімуми – на четвертий або п'ятий роки, тобто на роки підвищення вологості та зменшення температури вегетаційного періоду.

Подібні результати отримано в Центральному Лісостепу: поєднання різних чинників, що діють у комплексі на формування приросту сосни, не завжди призводить до зменшення радіального приросту дерев пропорційно силі посухи. Це порушує циклічні коливання радіального приросту сосни й посушливих років. Крім того, залежно від розподілу опадів за місяцями, температурного режиму та внутрішніх чинників мінімальний приріст може посуху на 1–2 роки (Matveev 2014).

Виходячи з того, що 25 цикл Швабе – Вольфа триватиме з 2019 до 2030 р. з максимумом СА у 2025–2026 рр. (нульовий рік), визначено роки з мінімальною вологістю, тобто пожежонебезпечні 2020, 2024 та 2028, а також роки з максимальною вологістю – 2021, 2023 та 2025. Найвищі температури виявлено на гілці збільшення СА за чотири роки до максимуму чисел Вольфа та на четвертий рік після максимуму чисел Вольфа на гілці спаду СА, а також у рік максимуму СА. Найнижчі температури виявлено на гілці зростання СА за один і три роки до максимуму чисел Вольфа та на гілці спаду СА через один і три роки після максимуму чисел Вольфа. У вологі періоди доцільно створювати лісові культури, а в перехідні до сухих років періоди – здійснювати рубки догляду.

Висновки. Виявлено тісний зв'язок між гідротермічним показником Г. Т. Селянинова та числами Вольфа, з одного боку, та індексами радіального приросту – з іншого. Дендрохронологічними методами виявлено роки з мінімальною вологістю, тобто пожежонебезпечні (2020, 2024 та 2028 рр.), та роки з максимальною вологістю (2021, 2023 та 2025 рр.). У період зниження сонячної активності збільшується температура, зменшується кількість опадів і ГТК, що створює умови для виникнення й поширення пожеж.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Cook, E. R. and Kairiukstis, L. A. 1990. Methods of dendrochronology. Applications in the environmental sciences. International Institute for Applied Systems Analysis. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 394 p.

Douglass, A. E. 1919. Climatic cycles and tree-growth : A study of the annual rings of trees in relation to climate and solar activity. Washington, Carnegie Institution of Washington, 127 p. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.121855>

Kholoptsev, A. V. and Nikiforova, M. P. 2011. Methodology of ultra-long-term forecasting of changes in the state of solar activity using a multiple linear regression model. Herald of V.N. Karazin KhNU. Ecology, 944 (6): 13–20 (in Russian).

Koval, I. 2021. Climatic signal in the regional tree-ring chronology of *Pinus sylvestris* L. in the Left-Bank Forest-Steppe. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 22: 188–198 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/412117>

Matveev, S. M. 2014. Cyclicity in the dynamics of the radial growth of natural and artificial pine stands in the forests of the Central forest-steppe. Forest Bulletin, 5 (105): 110–116 (in Russian).

Nordemann, D. J. R., Rigozo, N. R., Faria, H. H. 2005. Solar activity and El-Niño signal sobserved in Brazil and Chile tree ring records. Advances in Space Research, 35: 891–896.

Oliylyk, V. S. and Viter, R. M. 2011. Forestry: a course of lectures. Ivano-Frankivsk, Symphony, 264 p. (in Ukrainian).

Prestes, A., Rigozo, N. R., Nordemann, D. J. R., Wrasse, C. M., Souza Echer, M. P., Echer, E., Rosa, M. B., Rampelotto, P. H. 2011. Sun-earth relationship inferred by tree growth rings in conifers from Severiano De Almeida, Southern Brazi. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, 73(11–12): 1587–1593. <https://doi.org/10.1016/j.jastp.2010.12.014>

World Data Center for the production, preservation and dissemination of the international sunspot number. 2021. [Electronic resource]. Sunspot Index and Long-term Solar Observations. Available at: <http://sidc.be/silso/home> (accessed 10.08.2022).

Koval I. M., Voron V. P., Melnyk Ye. Ye., Sydorenko S. H.

ASSESSMENT AND PREDICTION OF FIRE-DANGEROUS SEASONS IN THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE BY MEANS OF DENDROCHRONOLOGICAL METHODS

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

The paper outlines the study of the radial growth of *Pinus sylvestris* L. in the Forest-Steppe. The aim of the work was to forecast the radial growth of pine based on the dynamics of solar activity. We used the method of overlapping epochs. Its essence is that the analysis of the dynamics of growth and fluctuations of climatic factors is carried out within the 11-year cycle of solar activity, which is also called the Schwabe – Wolf cycle. A regional pine chronology was created for Forest-Steppe, consisting of 62 individual tree-ring series. The dynamics of the RESIDUAL tree-ring index chronology and the dynamics of Wolf numbers were compared. The following cycles of solar activity were determined according to Wolf numbers with a duration of 9–13 years: 1823–1834, 1834–1843, 1843–1856, 1878–1889, 1889–1901, 1901–1912, 1912–1924, 1924–1934, 1934–1944, 1944–1954, 1954–1964, 1964–1976, 1976–1986, 1986–1997, 1997–2008, 2008–2019 and 2019–2030. On the branch of rising solar activity, there is an increase in the amount of precipitation and the amplitude of fluctuations in both humidity and temperature. Therefore, wet periods should be used for more mass creation of forest stands, while transitional periods to dry years, for preventive maintenance felling.

К е y w o r d s : radial growth of *Pinus sylvestris* L., 11-year cycle of solar activity, Wolf numbers, prediction, fire-hazardous periods.

E-mail: koval_iryana@ukr.net

Одержано редколегією 31.10.2022

ЗАХИСТ ЛІСУ

УДК 630.4

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.141.2022.110>



А. Д. ВОРОБЕЙ*

ДИНАМІКА ВИДОВОГО СКЛАДУ КОРОЇДІВ І ЇХНІХ ХИЖАКІВ ІЗ РЯДУ COLEOPTERA У СОСНОВИХ НАСАДЖЕННЯХ ДП «ЖОВТНЕВЕ ЛГ» (ХАРКІВСЬКА ОБЛ.) У 2019–2022 РР.

Державне спеціалізоване лісозахисне підприємство «Харківлісозахист»

Наведено результати оцінювання видового складу й поширеності короїдів і їхніх хижаків шляхом обліків у віконних пастках на трьох ділянках насаджень Бабаївського лісництва ДП «Жовтнєве ЛГ» (Харківська обл.). У 2019 р. в осередок короїдів на ділянці Б-1 у чистих 70-річних соснових насадженнях із відносною повнотою 0,7 (ТЛУ В2) вносили мурахожука *Thanasimus formicarius* (Linnaeus 1758), якого розводять на ДСЛП «Харківлісозахист». На ділянці Б-2 з подібними характеристиками насаджень і ділянці Л із переважно листяними породами такого ж віку та відносною повноти, але з куртинами сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) мурахожука не вносили. У віконних пастках виявлено 4 види короїдів і 10 видів хижаків із ряду Coleoptera. Найменшу чисельність короїдів і найбільше співвідношення хижак/короїд визначено на ділянці Б-1. Найбільшою мірою на всіх ділянках і в усі роки були поширені *Th. formicarius* та *Pl. elongatum*. Участь *Th. formicarius* у комплексі хижаків лише у 2020 р. була найбільшою у варіанті Б-1, де у 2019 р. додатково вносили цього хижака.

Ключові слова: співвідношення хижак/короїд, індекс Соренсена – Чекановського, індекс домінування.

Вступ. Останнім часом у соснових лісах багатьох регіонів зареєстровано спалахи короїдів *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) та *Ips sexdentatus* (Börner, 1776) (Colombari et al. 2013, Andreieva et al. 2019, Meshkova & Bobrov 2020, Meshkova 2021, Wermelinger et al. 2021). У згасанні цих спалахів в Україні значну роль відігравали ентомофаги, зокрема хижі комахи (Andreieva 2019, Zhukovsky et al. 2020, Meshkova et al. 2021a, 2022). У 2018 р. На ДСЛП «Харківлісозахист» розпочато розведення хижої комахи мурахожука *Thanasimus formicarius* (Linnaeus 1758) (Coleoptera: Cleridae). Личинки й жуки цього хижака живляться яйцями, личинками, лялечками й жуками багатьох видів короїдів (Nikitsky 1980). Технологію розведення мурахожука та відповідне обладнання одержано від Генерального директорату лісового господарства Туреччини та адаптовано до місцевих умов. Перші партії хижаків, вирощених на ДСЛП «Харківлісозахист», випущено у 2018–2019 рр. у лісовому фонді Сумської, Чернігівської та Харківської областей. Вирощених у лабораторії личинок мурахожука перевозили в ліс в індивідуальних контейнерах, вміщених у сумки-холодильники (з підтриманням постійних температури та вологості) та підсаджували на вибрані випадково дерева IV–VI категорій санітарного стану, заселені короїдами (не менше 100 дерев на кожному об'єкті). У середньому випускали по 4–6 личинок хижака на одне дерево (Meshkova et al. 2021b). Ефективність заходу оцінювали за зміною санітарного стану насаджень і популяційних показників короїдів, які визначали за даними обліку під корою модельних дерев на ділянках, де вносили хижака, і на контролі, де хижака не вносили (Meshkova et al. 2022). Обліки короїдів та їхніх хижаків здійснювали також у пастках із метою виявлення видового складу комах, сезонної динаміки льоту й динаміки чисельності окремих видів хижаків упродовж спалаху короїдів. Це є необхідним для вдосконалення біологічного методу захисту лісу із застосуванням природних ворогів короїдів.

Метою цього дослідження було виявлення особливостей трирічної динаміки видового складу короїдів і їхніх хижаків із ряду Coleoptera у насадженнях, які знаходяться в межах одного лісництва, але різняться за складом порід дерев і проведеними заходами.

Матеріали й методи. Дослідження проведено у 2020–2022 рр. у насадженнях Бабаївського лісництва ДП «Жовтнєве ЛГ» Харківського обласного управління лісового та мисливського господарства шляхом обліку у віконних пастках конструкції, запропонованої

*Науковий керівник – д-р с.-г. наук проф. В. Л. Мешкова.

Ю. Скрильником і М. Белявцевим (Skrylnik & Bieliavtsev 2020). Для аналізу використано дані щодо насаджень, які мали однаковий вік (70 років) і відносну повноту (0,7), але різнилися за складом порід: насадження на двох ділянках (Б-1 і Б-2) – чисті соснові (*Pinus sylvestris* L.), а на третій (Л) – листяні (*Fraxinus excelsior* L., *Quercus robur* L., *Acer platanoides* L.) з куртинами дерев сосни звичайної. На ділянці Б-1 у 2019 р. в осередок короїдів вносили мурахожука звичайного – *Thanasimus formicarius* (Linnaeus 1758), якого розводять на ДСЛП «Харківлісозахист». На кожній ділянці вивішували у 2019–2022 рр. по чотири віконних пастки.

Види короїдів і їхніх хижаків визначали в камеральних умовах із використанням бінокулярного мікроскопа МБС-9 і спеціальної літератури (Tarbinsky & Plavilshchikov 1948, Mamaev et al. 1977, Nikitsky 1980, Plavilshchikov 1994, Nikitsky et al. 2005) та порівнювали зі зразками колекції відділу ентомології, фітопатології та фізіології Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького. Точність визначення підтверджено Ю. Скрильником.

Поширеність окремих видів комах розраховували як частку зразків із їхньою наявністю, одержаних у пастках на окремих ділянках і в окремі роки.

Видовий склад хижаків на різних ділянках порівнювали з використанням індексу Соренсена – Чекановського (1) (Leontyev 2007):

$$C_{sc} = \frac{2c}{a+b}, \quad (1)$$

де a – кількість видів хижаків у першому порівнюваному варіанті, b – у другому варіанті, c – кількість спільних видів в обох варіантах.

Індекси біорізноманіття розраховували з використанням пакету PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis (Hammer et al. 2001).

Результати та обговорення. Загалом у пастках виявлено чотири види короїдів (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae): верхівкового (*Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827)), шестизубчастого (*I. sexdentatus* (Boerner, 1767)) короїдів, великого (*T. piniperda* (Linnaeus, 1758)) та малого (*Tomicus minor* (Hartig, 1834)) соснових лубоїдів. До 2021 р. моновольтинних лубоїдів роду *Tomicus* не виявляли (рис. 1), а за даними 2021–2022 рр. їхня чисельність була значно меншою, ніж мультивольтинних видів роду *Ips*, спалахи яких реєстрували останніми роками в багатьох регіонах (Andreieva et al. 2019). Великий сосновий лубоїд траплявся поодинокі (1–2 особи) лише з 2021 р. на ділянці Б-2, а малий сосновий лубоїд – на ділянках Б-1 і Б-2 також у невеликій кількості (8 осіб).

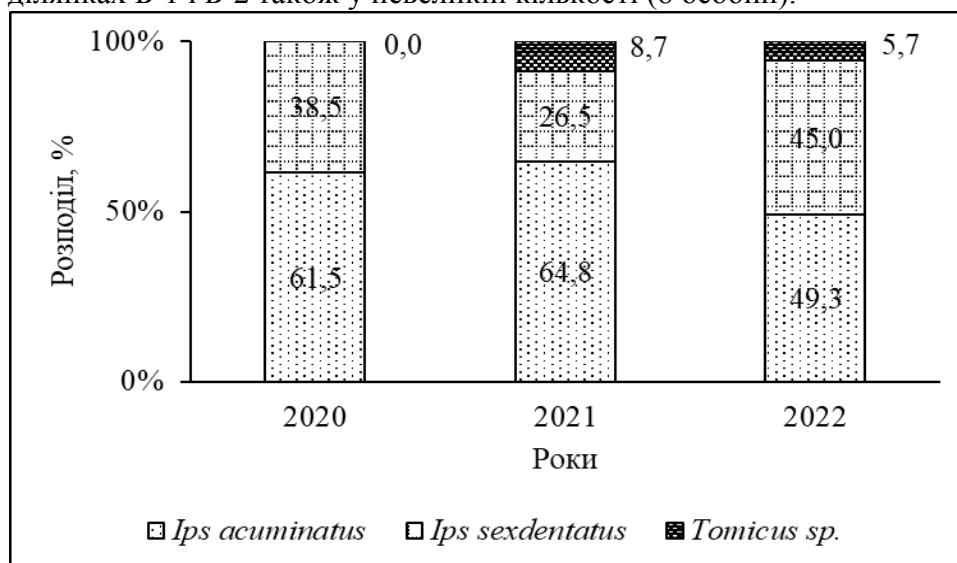


Рис. 1 – Розподіл короїдів, вилонених у 2020–2022 р., за видами (середнє за всіма дослідними ділянками)

Середня кількість короїдів у пастках була невисокою (рис. 2) у порівнянні з даними обліків попередніх років, оскільки осередки короїдів останніми роками згасали (Meshkova & Bobrov 2020, Meshkova 2021, Wermelinger et al. 2021). У 2020 р. на ділянці Б-1, де у 2019 р. вносили мурахожука, виловлено найменшу кількість короїдів (рис. 2).

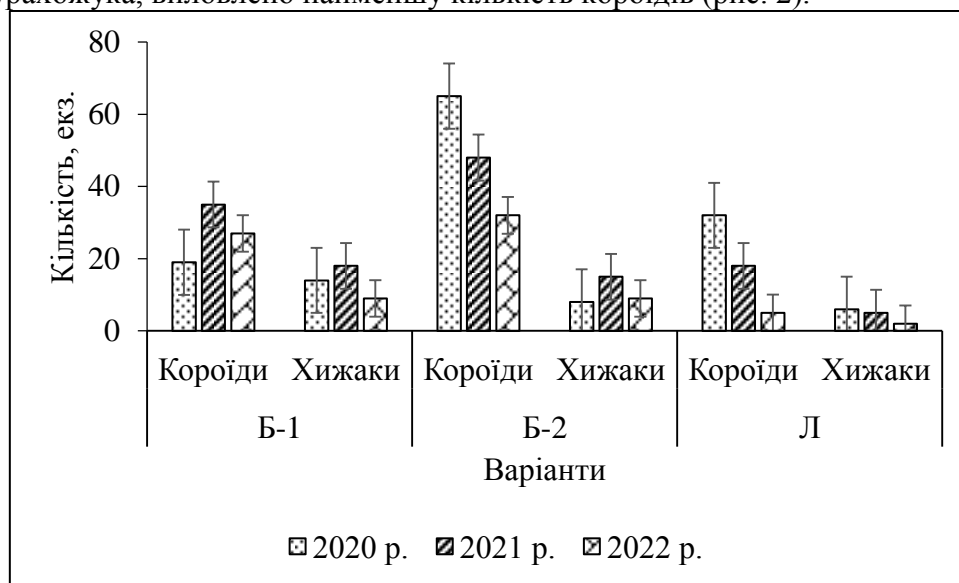


Рис. 2 – Середня кількість імаго короїдів на одну пастку у 2020–2022 рр. (Б-1 – чисте соснове насадження, в яке у 2019 р. вносили мурахожука; Б-2 – чисте соснове насадження, в яке не вносили мурахожука; Л – листяне насадження з куртинами дерев сосни звичайної)

У 2021 р. цей показник збільшився в 1,8 разу, що може бути пов'язане із заселенням дерев, що продовжували всихати, шестизубчастим короїдом. У 2022 р. кількість виловлених екземплярів короїдів на цій ділянці дещо зменшилася. На ділянці Б-2 у 2020 р. кількість виловлених короїдів була у 3,4 разу більшою, ніж на ділянці Б-1. У наступні роки цей показник зменшувався (у 2022 р. у порівнянні з 2020 р. – понад удвічі). Це може бути пов'язане з поширенням хижаків із ділянки Б-1, на якій чисельність короїдів зменшилася. На ділянці Л чисельність короїдів у 2020 р. була більшою, ніж на Б-1, але вдвічі меншою, ніж на Б-2. Причиною цього може бути переважання листяних порід у насадженні. За 2020–2022 рр. чисельність короїдів, виловлених на ділянці Л, зменшилась у 6 разів.

Хижі жуки траплялися на всіх ділянках, причому у 2020 р. на ділянці Б-1 їхня кількість була найбільшою (див. рис. 2). У 2021 р. чисельність хижаків на цій ділянці дещо збільшилася, а у 2022 р. зменшилася наполовину у порівнянні з 2021 р. На ділянці Б-2 чисельність виловлених хижаків у 2020 р. була в 1,75 разу меншою, ніж на ділянці Б-1, у 2021 р. збільшилася, а у 2022 р. зменшилася, як і на ділянці Б-1. На ділянці Л чисельність хижаків протягом періоду досліджень знижувалася й була найменшою в усі роки (рис. 2).

У пастках виявлено 10 видів хижаків із ряду Coleoptera. З родини Histeridae це – карапузик *Platysoma elongatum* (Leach, 1817), з родини Cleridae – мурахожуки *Thanasimus formicarius* (Linnaeus 1758) і *Th. femoralis* (Zetterstedt, 1828) та пістряк строкатий *Clerus mutillarius* Fabricius, 1775, з родини Meliridae – двоплямиста малашка *Malachius bipustulatus* (Linnaeus, 1758), з родини Nitidulidae – блищанка чотирияткова *Glischrochilus quadripunctatus* (Linnaeus 1758), з родини Monotomidae – ризофаг *Rhizophagus depressus* (Fabricius, 1792), з родини Zopheridae – вузькотілка *Aulonium ruficorne* (Olivier, 1790), з родини Salpingidae – *Salpingus planirostris* (Fabricius, 1787), з родини Tenebrionidae – чорниш рудий сосновий *Corticeus pini* (Panzer, 1799),

На всіх ділянках та в усі роки виявляли *Th. formicarius* та *Pl. elongatum* (поширеність – 100 %) (рис. 3). Друге місце за поширенням (87,5 %) посідали *A. ruficorne*, *Cl. mutillarius*,

M. bipustulatus та *Rh. depressus* (87,5 %). Поширеність *C. pini* та *S. planirostris* становила 62,5 і 50 % відповідно, а *G. quadripunctatus* та *Th. femoralis* – 25 і 12,5 % відповідно.

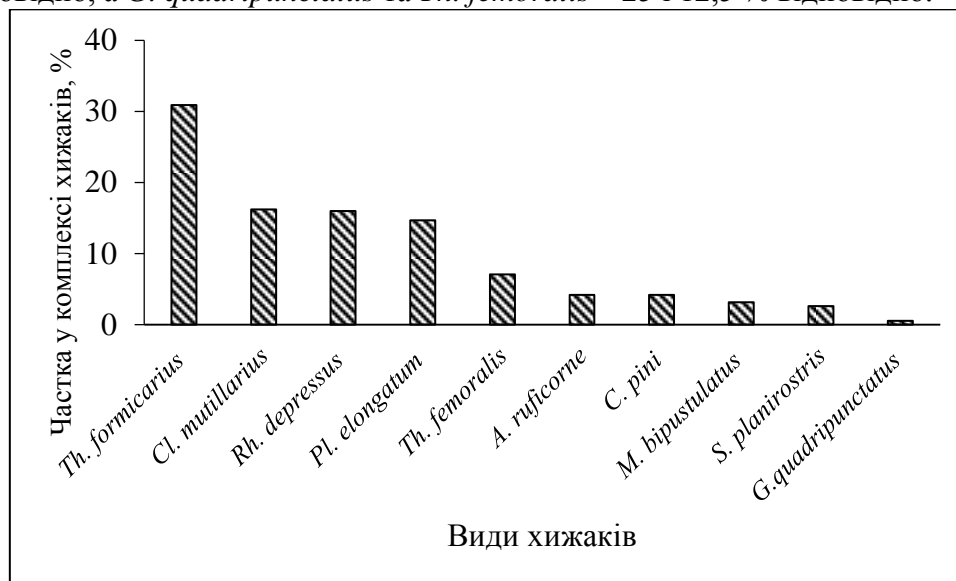


Рис. 3 – Частота виявлення хижих комах ряду Coleoptera у віконних пастках (середнє за 2020–2022 рр. на всіх досліджених ділянках)

За всі роки в пастках на ділянках Б-1, Б-2 і Л виявлено 10, 7 і 7 видів хижаків відповідно, серед яких шість видів траплялися на всіх ділянках, два види (*C. pini* та *S. planirostris*) – на двох ділянках, а інші два види (*Gl. quadripunctatus* та *Th. femoralis*) – лише на одній ділянці Б-1.

Як свідчить індекс Соренсена – Чекановського (C_{sc}), за видовим багатством хижаків ділянка, на яку вносили мурахожука у 2019 р., найбільшою мірою відрізнялася від інших ділянок (табл. 1).

Таблиця 1

Розрахунок індексу Соренсена – Чекановського (C_{sc}) стосовно комплексів хижаків на різних ділянках

Шифр ділянки 1	А	Шифр ділянки 2	В	С	C_{sc}
Б-1	10	Б-2	7	7	0,82
Б-1	10	Л	7	7	0,82
Б-2	7	Л	7	6	0,86

Примітка. А – кількість видів хижаків у першому порівнюваному варіанті, В – у другому варіанті, С – кількість спільних видів у порівнюваних варіантах.

У 2020 і 2021 рр. у віконних пастках на ділянці Б-1 виявлено 9 видів хижаків, тобто всі визначені види, за винятком *Th. femoralis*, а у 2022 р. – 7 видів, як і на інших ділянках (табл. 2). Найбільшу подібність видового складу хижаків ($C_{sc} = 1$) визначено на ділянці Б-1 у 2020 і 2021 рр., на ділянці Б-2 – у 2021 і 2022 рр. та на ділянці Л – у 2021 і 2022 рр. (див. табл. 2).

Співвідношення хижак/короїд було найбільшим у 2020 р. на ділянці Б-1, на якій у 2019 р. вносили мурахожука (рис. 4). Цей показник у 2021 р. зменшився в 1,4 разу, а у 2022 р. – ще в 1,5 разу. На ділянці Б-2 таке співвідношення, навпаки, збільшувалося у 2021 р. у порівнянні з 2020 р. у 2,5 разу, а у 2022 р. зменшилося від 31,2 до 28,1 %, а на ділянці Л майже рівномірно збільшувалося впродовж періоду досліджень від 18,8 до 40 %.

У загальній вибірці даних із усіх ділянок і за всі роки та окремо за 2020 і 2021 рр. домінували хижаки виду *Th. formicarius* (табл. 3). Їхня частка зменшувалася у 2020–2022 рр.

від 37,1 до 25,5 %, а у 2022 р. навіть дещо поступалася частці *Cl. mutillarius*, яка збільшувалася в ці роки й була найбільшою на ділянці Л (37,1–45,9 %).

Таблиця 2

Розрахунок індексу Соренсена – Чекановського (C_{sc}) стосовно комплексів хижаків у різні роки

Шифр ділянки 1	A	Шифр ділянки 2	B	C	C_{sc}
Б-1 – 2020	9	Б-1 – 2021	9	9	1,00
Б-1 – 2020	9	Б-1 – 2022	7	7	0,88
Б-1 – 2021	9	Б-1 – 2022	7	7	0,88
Б-1 – 2021	9	Б-2 – 2021	7	7	0,88
Б-1 – 2022	7	Б-2 – 2022	7	6	0,86
Б2 – 2021	7	Б-2 – 2022	7	7	1,00
Б-1 – 2021	9	Л – 2021	7	7	0,88
Б-1 – 2022	7	Л – 2022	7	7	1,00
Б-2 – 2021	7	Л – 2021	7	6	0,86
Б-2 – 2022	7	Л – 2022	7	6	0,86
Л – 2021	7	Л – 2022	7	7	1,00

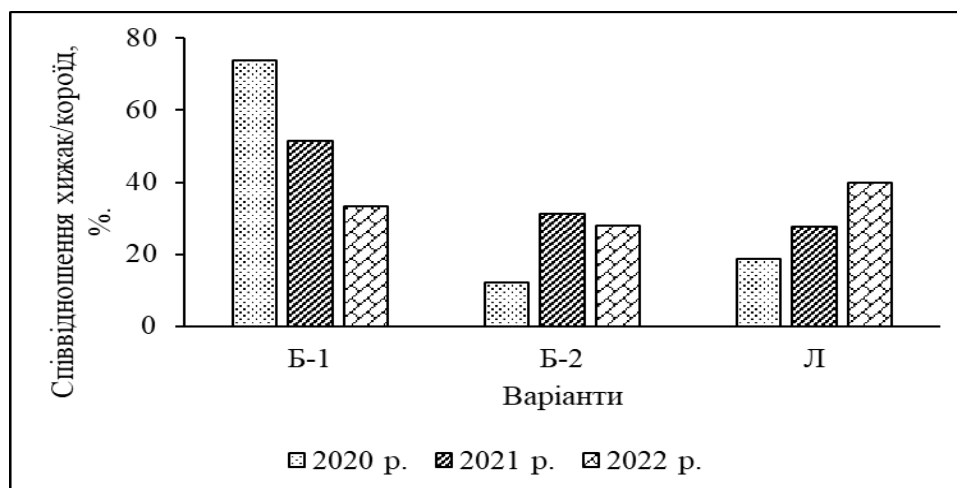


Рис. 4 – Співвідношення хижак/короді у 2020–2022 рр. (Б-1 – чисте соснове насадження, в яке у 2019 р. вносили мурахожука; Б-2 – чисте соснове насадження, в яке не вносили мурахожука; Л – листяне насадження з куртинами дерев сосни звичайної)

Таблиця 3

Розподіл видів комах за часткою особин у комплексі хижаків

Види хижаків	2020–2022 рр.	2020 р.	2021 р.	2022 р.
<i>Thanasimus formicarius</i>	30,9	37,1	29,8	25,5
<i>Clerus mutillarius</i>	16,2	4,1	19,1	28,6
<i>Rhizophagus depressus</i>	16,0	4,1	19,9	18,4
<i>Platysoma elongatum</i>	14,7	17,5	12,8	9,2
<i>Thanasimus femoralis</i>	7,1	27,8	0,0	0,0
<i>Aulonium ruficorne</i>	4,2	1,0	5,0	7,1
<i>Corticeus pini</i>	4,2	4,1	4,3	6,1
<i>Malachius bipustulatus</i>	3,1	1,0	3,5	5,1
<i>Salpingus planirostris</i>	2,6	2,1	3,5	0,0
<i>Glischrochilus quadripunctatus</i>	0,5	1,0	0,7	0,0
Усі хижаки	100,0	100	100	100
Показники біорізноманіття:				
Індекс домінування <i>D</i>	0,18 (0,14–0,22)	0,25 (0,21–0,30)	0,19 (0,15–0,22)	0,20 (0,17–0,24)
Вирівняність <i>J</i>	0,83 (0,75–0,87)	0,71 (0,64–0,78)	0,83 (0,74–0,86)	0,90 (0,81–0,93)

Доволі високими були середні частки особин *Rh. depressus* та *Pl. elongatum* (16,0 і 14,7 % відповідно), причому частка першого виду мала тенденцію до збільшення, а другого – до зменшення у період досліджень. *Th. femoralis* був сильно поширений лише у 2020 р. та за часткою поступався лише *Th. formicarius* (див. табл. 3). Упродовж періоду досліджень індекс домінування хижаків мав тенденцію до зменшення, а вирівняність – до збільшення (див. табл. 3), що є характерним для років згасання спалахів короїдів (Warzee et al. 2006).

Участь *Th. formicarius* у комплексі хижаків була найбільшою у 2020 р. у варіанті Б-1, де у 2019 р. додатково вносили цього хижака (рис. 5).

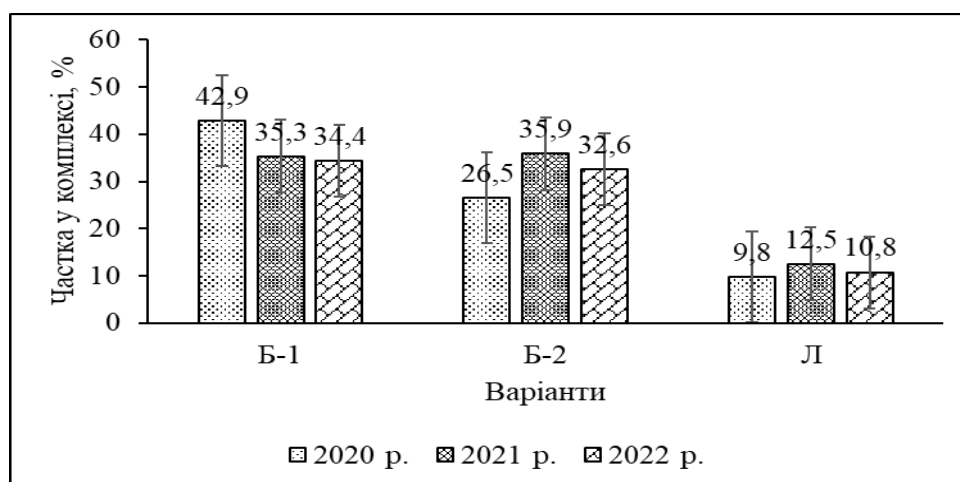


Рис. 5 – Участь *Th. formicarius* у комплексі хижаків залежно від варіанту та року (Б-1 – чисте соснове насадження, в яке у 2019 р. вносили мурахожука; Б-2 – чисте соснове насадження, в яке не вносили мурахожука; Л – листяне насадження з куртинами дерев сосни звичайної)

Водночас у наступні роки цей показник не мав значущих відмінностей у порівнянні з варіантом Б-2. У насадженнях варіанту Л участь *Th. formicarius* у комплексі хижаків в усі роки була майже втричі меншою, як і рівень чисельності короїдів (див. рис. 2).

Висновки. У віконних пастках виявлено чотири види короїдів і 10 видів хижаків із ряду Coleoptera. Найменшу чисельність короїдів і найбільше співвідношення хижак/короїд визначено на ділянці Б-1, на якій у 2019 р. вносили мурахожука. На ділянці Л (листяні насадження з куртинами сосни) чисельність виловлених короїдів за 2020–2022 рр. зменшилась у шість разів. Найбільшою мірою на всіх ділянках і в усі роки були поширені *Th. formicarius* та *Pl. elongatum*. Упродовж періоду досліджень індекс домінування хижаків мав тенденцію до зменшення, а вирівняність – до збільшення, що є характерним для років згасання спалахів короїдів. Внесення *Th. formicarius* в осередок короїдів у 2019 р. найбільшою мірою вплинуло на видовий склад і поширеність окремих видів хижаків роду Coleoptera у 2020 р. Відмінності за цими показниками на окремих ділянках зменшувалися в міру згасання осередку.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Andreieva, O. Yu. 2019. Hibernation of stem pests and their entomophages in pine stands of Central Polissia. Pine forests: current status, existing challenges and ways forward. Proceedings of International Scientific and Practical Conference, 12–13 June 2019 (Kyiv, Ukraine). Kharkiv, Planeta-Print, p. 91–92.

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. <https://doi.org/10.36930/40290803> (in Ukrainian)

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>

Hammer, O., Harper, D. A. T., Ryan, P. D. 2001. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica, 4: 1–9.

Leontyev, D. V. 2007. Floristic analysis in mycology. Kharkiv, Osnova, 160 p. (in Ukrainian).

Mamaev, B. M., Krivosheina, N. P., Potozkaja, V. A. 1977. Key to larvae of predator insects-entomophags of stem pests. Moscow, Nauka, 392 p. (in Russian).

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. and Bobrov, I. 2020. Parameters of *Pinus sylvestris* health condition and *Ips acuminatus* population in pure and mixed stands of Sumy region. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 20: 131–140. <https://doi.org/10.15421/412012>

Meshkova, V. L., Vorobei, A. D., Omelich, A. R. 2021a. Predatory insects in collapsing foci of bark beetles in Sumy region. Forestry and Forest Melioration, 139: 124–131. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.139.2021.124>

Meshkova, V. L., Ridkokasha, A. D., Omelich, A. R., Baturkin, D. O. 2021b. The first results of the biological control of *Ips sexdentatus* using *Thanasimus formicarius* in Ukraine. Forestry and Forest Melioration, 138: 91–96. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.138.2021.91>

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>

Nikitsky, N. B. 1980. Insects-predators and their ecology. Moscow, Nauka, 232 p. (in Russian)

Nikitsky, N. B., Izhevsky, S. S., Volkov, O. V., Dolgin, M. M. 2005. Illustrated reference book of xylophagous beetles – pests of forests and timber of the Russian Federation. Tula, Grif, 218 p.

Plavilshchikov, N. B. 1994. A brief guide to the most common insects in the European part of Russia. Moscow, Topical, 544 p.

Skrylnik, Yu. Ye. and Bieliavtsev, M. P. 2020. Beetles (Coleoptera) of National Nature park Gomilshansky Lisy according to catches by window traps. Ukrainian Entomological Journal, 1–2(18): 23–32. <https://doi.org/10.15421/282003>

Tarbinsky, S. P. and Plavilshchikov, N. N. 1948. Keys to insects of the European part of the USSR. Moscow, Leningrad, Selkhozgiz, 1128 p.

Zhukovsky, O. V., Orlov, A. A., Cherney, L. S., Nazarenko, V. Yu. 2020. Data to biology and ecology of darkling beetles *Corticeus longulus* and *C. pini* (Coleoptera: Tenebrionidae) in Ukrainian Polesse. In: Modern Problems of Forest Protection and Ways of Their Solution. Proceedings of the II International Research-to-Practice Conference in Commemoration of 95th Anniversary of Professor Nikolai Ilyich Fedorov, and the 90th Anniversary of the Department of Forest Protection and Wood Science, Minsk, 30 November – 4 December, 2020 (Zviagintsev, V. B., Siaredzich, M. O., Eds.). Minsk, BSTU, p. 105–109.

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>

Vorobei A. D.

SPECIES COMPOSITION DYNAMICS FOR BARK BEETLES AND THEIR PREDATORS FROM COLEPTERA FAMILY IN PINE STANDS OF THE ZHOVTNEVE STATE FOREST ENTERPRISE (KHARKIV REGION) IN 2019–2022

State Specialized Forest Protection Enterprise “Kharkivlisozahyst”

During 2020–2022, the species composition and distribution of bark beetles and their predators were assessed by means of window traps in three forest plots in the Babaivske Forestry of the Zhovtneve State Forest Enterprise (Kharkiv Region). In 2019, *Thanasimus formicarius* (Linnaeus 1758), which was reared at the SSFPE “Kharkivlisozahyst”, was introduced into the focus of bark beetles at site B-1 in pure 70-year-old pine stands with a relative density of stocking 0.7 (fresh relatively fertile forest site conditions). In plot B-2 with similar stand characteristics and in plot L with mainly deciduous species of the same age and relative density of stocking but with curtains of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), the predator was not introduced. In the window traps, four species of bark beetles and ten species of coleopterous predators were assessed. The lowest number of bark beetles and the highest predators/bark beetle ratio were assessed at site B-1. To the greatest extent, in all experimental plots and in all years, *Th. formicarius* and *Platysoma elongatum* (Leach, 1817) were presented. The proportion of *Th. formicarius* in the complex of predators only in 2020 was the largest in variant B-1 in which this predator was additionally introduced in 2019.

Key words: predator/bark beetle ratio, Sorensen – Chekanovsky index, dominance index.

E-mail: ov4arenko-mosova@ukr.net

Одержано редколегією 20.09.2022



І. М. УСЦЬКИЙ, І. В. ЖАДАН, О. А. МИХАЙЛІЧЕНКО
ДИНАМІКА ТА ПРИЧИНИ ЗМІН СТАНУ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ
РІЗНОГО ВІКУ ХМЕЛЬНИЦЬКОГО ОУЛМГ ЗА ПЕРІОД 1992–2018 рр.

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

Станом на 2012 р. у Хмельницькому ОУЛМГ площа соснових насаджень, що всихали у зв'язку з масовим розмноженням верхівкового короїда (*Ips acuminatus* Gill.), збільшилась і на 01.01.2018 сягнула майже 34 тис. га. Поширенню верхівкового короїда сприяли ураження сосняків кореневою губкою та пошкодження вітром і снігом (зокрема у 2009 р. – на площі 0,8 тис. га) та пожежами (зокрема у 2000 р. – 1,5 тис. га). Найбільші площі патологічних процесів визначено в штучно створених чистих за складом насаджень VI та VII класів віку – 64 % від загальної площі всіх соснових насаджень, що всихають, I і вищих класів бонітету (93 %) та повнотою 0,6–0,7. Одержані дані свідчать про необхідність зменшення віку стиглості для штучно створених соснових насаджень.

Ключові слова: патологічні процеси, сосна, площі всихання, коренева губка, *Ips acuminatus*.

Вступ. Північна частина території Хмельницької області (до р. Случ) належить до Волині, а середня і південна частини – до Поділля. На крайній півночі знаходиться Поліська низовина, в центрі – відроги Придніпровської височини, на північному заході – Волинська височина, на півдні – Подільська, яка дуже розчленована долинами річок, ярами й балками, особливо на півдні. Наявні вапнякові пасма горбів, що мають назву Товтри. Область знаходиться в Лісостеповій зоні та південній частині Західного Полісся. Ліси займають близько 12 % території. Загальна площа лісів становить 284,2 тис. га, з них лісовою рослинністю вкрито 258,7 тис. га. Площа лісів державних підприємств – 194,2 тис. га. Соснові ліси займають близько 30 % укрите лісовою рослинністю площі і зосереджені переважно у північній, Поліській, частині області; до 49 % площі вкриті дубовими лісовими насадженнями. У складі Хмельницького ОУЛМГ функціонують 11 державних підприємств лісового та мисливського господарства.

За розмаїттям флори область посідає третє місце в Україні – після Криму і Карпат. Сьогодні на землях цих підприємств заповідні площі становлять близько 50,5 тис. га, або 26 % від площі лісів. Частка площі заповіданих лісів Хмельницького ОУЛМГ в 1,9 разу перевищує відповідний показник в Україні (14 %) і в 2,2 разу – цей показник у європейських країнах – 12 %. (Encyclopedia of Forestry 2020).

Останнє узагальнення динаміки лісопатологічних процесів у лісах Хмельницького ОУЛМГ станом на 2018 р. (Ustskiy 2019) свідчить про поступове збільшення площ охоплених ними насаджень. В останні роки відбувається всихання соснових насаджень унаслідок спалахів верхівкового короїда – *Ips acuminatus* Gill. (Meshkova et al. 2015, Vorodavka et al. 2016), що призвело до суттєвого збільшення обсягів санітарних рубок. Спалах масового розмноження стовбурових шкідників розвивався на тлі хронічних осередків кореневої губки, періодичних пожеж, вітроломів та вітровалів. Хронічна втрата деревини та розладнання соснових насаджень, уражених кореневою губкою, зумовили розроблення рекомендацій щодо зниження віку рубки в них (Ustskiy & Mykhailichenko 2017). Значні площі насаджень сосни, охоплених патологічними процесами, та суттєві матеріальні втрати, зокрема пов'язані із заборонаю проведення лісгосподарських заходів на значній площі заповідних територій, свідчать про необхідність виключення з режиму заповідності штучно створених сосняків і зменшення їхнього віку стиглості. Враховуючи те, що частка соснових насаджень у Хмельницькому ОУЛМГ становить близько третини від загальної площі вкритих лісовою рослинністю ділянок, а патологічні процеси останніх років відбуваються переважно в цих насадженнях, важливо визначити їхні таксаційні показники у порівнянні зі стійкими насадженнями.

Мета досліджень – визначення таксаційних особливостей соснових насаджень Хмельницького ОУЛМГ, в яких виявлено патологічні процеси, спричинені різними чинниками.

Матеріали й методи. Розподіл площ соснових деревостанів Хмельницького ОУЛМГ за походженням і породним складом аналізували за матеріалами бази даних лісів ВО «Укрдержліспроект» станом на 01.01.2011 р. (Reference book 2012).

Зміни стану соснових насаджень Хмельницького ОУЛМГ аналізували за 1992–2018 рр. на основі інформації з баз даних станом на кожний третій рік, починаючи з 1994 р. Зазначені бази містили результати обстежень стану підвідомчих лісів працівниками лісогосподарських підприємств на основі розробленої в УкрНДЛГА методики (Ustskiy 2008) і охоплювала насадження, в яких було виявлено ті чи інші патологічні процеси, їхні площі, таксаційні показники, причини патологічних процесів, лісогосподарські заходи та їхні наслідки. Причини погіршення стану насаджень, визначені спеціалістами лісогосподарських підприємств, охоплюють близько 60 різних чинників, частину яких об'єднували в групи. Визначали ступінь патологічного всихання насаджень: 5–10 % – слабкий, 11–30 % – середній, понад 30 % – сильний. Всихання вважали патологічним у випадку всихання дерев I та II класів Крафта, тобто великих дерев із сильно розгалуженою кроною, найбільшої висоти і діаметра та доміантних, з порівняно добре розвиненими кронами й приблизно такої самої висоти, як і дерева I класу.

З метою оцінювання масштабів патологічних процесів з урахуванням особливостей окремих порід розглядали частку площі кожної породи, що всихає, від вкритої нею площі (% всх.). Поширення патологічних процесів оцінювали за шкалою: 0,1–2,4 % – слабкий; 2,5–5,0 % – середній; 5,1–10,0 % – сильний; 11,0–15,0 % – дуже сильний; 15,1–20,0 % – критичний; понад 20,0 % – екологічна катастрофа районного, обласного чи крайового масштабів. Розподіл площ насаджень за класами віку, повнотами, класами бонітету та причинами погіршення їхнього стану визначали станом на 2011 р. за даними обліку лісового фонду України (Reference Book 2012) та актуалізованої версії станом на 2017 р. і порівнювали з віковою динамікою площ соснових насаджень, в яких було виявлено патологічні процеси.

Результати та обговорення. Погіршення стану соснових насаджень насамперед пов'язане з їхнім походженням. Переважну більшість цих насаджень створено в 50–60-х роках минулого століття. Результати аналізу складу насаджень свідчать, що площа чистих за складом і близьких до них природних та штучних насаджень (70–100 % сосни) становлять 12–22 та 78–88 % відповідно від загальної площі вкритих лісовою рослинністю земель (табл. 1). Частка площі насаджень природного походження перевершує частку площі насаджень штучного походження лише у разі участі сосни в складі 10–20 %. Площа штучних насаджень зі зменшенням участі сосни в їхньому складі зменшується ($r_{0,05} = 0,73$), а природних, навпаки, дещо збільшується ($r_{0,05} = -0,33$).

Частка площі культур серед сосняків II–VII класів віку становить 72–92 %. Дещо меншою є частка культур серед насаджень у VIII та IX класах віку – 50 і 41 % відповідно. Насадження IX–XIV класів віку, які збереглися з довоєнного періоду, переважно представлені сосняками природного походження; частка штучних сосняків становить від 19 до 40 %. (рис. 1). Загалом близько 75 % площ сосняків Хмельницького ОУЛМГ є штучно створеними.

Враховуючи те, що патологічні процеси в соснових насадженнях, зокрема осередки кореневої губки, зосереджені переважно в чистих за складом і близьких до них (понад 70 % сосни в складі) штучно створених соснових насадженнях (Lozitskiy et al. 2018), то уразливими до поширення патологічних процесів є близько 58 % усіх сосняків Хмельницького ОУЛМГ.

Таблиця 1

Розподіл площ соснових насаджень різного походження Хмельницького ОУЛМГ та частка сосни в їхньому складі (за даними повидільної бази даних станом на 2011 р., актуалізованої станом на 2017 р.)

Частка сосни в складі насаджень, %	Насадження природного походження		Насадження штучного походження		Разом соснові насадження	
	га	%	га	%	га	%
100	2 404,2	11,9	17 827,3	88,1	20 231,5	35,0
90	1 137,4	15,4	6 229,9	84,6	7 367,3	12,8
80	1 004,3	14,9	5 744,3	85,1	6 748,6	11,7
70	959,4	21,7	3 455,7	78,7	4 415,1	7,6
60	766,3	24,8	2 326,5	75,2	3 092,8	5,3
50	764,8	34,4	1 459,5	65,6	2 224,3	3,9
40	566,3	32,4	1 182,2	67,6	1 748,5	3,0
30	691,0	42,8	925,4	57,3	1 616,4	2,8
20	2 601,0	58,1	1 879,4	41,9	4 480,4	7,8
10	3 755,5	64,2	2 093,8	35,8	5 849,3	10,1
Разом	14 650,2	25,4	43 124,0	74,6	57 774,2	100



Рис. 1 – Розподіл площі штучних соснових деревостанів Хмельницького ОУЛМГ за класами віку

Станом на 2018 р. у лісовому фонді Хмельницького ОУЛМГ серед насаджень різних порід, в яких визначали патологічні процеси, 41 % площ припадало на сосняки. Водночас у загальній площі лісів підприємства соснові насадження займають лише 26 %. Результати аналізу даних свідчать, що частка соснових насаджень, що всихають, становить 8,9 % від вкритої сосновими насадженнями площі, що за нашою градацією відповідає дуже сильному поширенню патологічних процесів.

Вплив зміни клімату на стан лісів залежить від рельєфу, ґрунтових умов, породного складу та структури насаджень тощо. У Хмельницькому ОУЛМГ частка площі соснових насаджень, в яких відбувалися патологічні процеси, перевищує частку соснових насаджень від усієї площі насаджень на 14 % (табл. 2). Патологічні процеси також відзначено фактично у всіх деревостанах із участю ясеня звичайного (*Fraxinus excelsior* L.). Площі ясеневих насаджень із наявністю патологічних процесів становлять близько 14 % від площі насаджень усіх порід, в яких визначені патологічні процеси. Частка деревостанів інших порід (граба, липи, клена, береста) від загальної площі насаджень, в яких зафіксовано патологічні процеси, перевищує частку вкритих ними площ на 4,4 %. Близько 37 % площі насаджень, в яких виявлено патологічні процеси, зайнято дубовими насадженнями. Водночас ця частка є меншою, ніж частка дубових насаджень від загальної площі вкритих лісовою рослинністю ділянок, тобто патологічні процеси є у природних межах. Загальна динаміка площ соснових насаджень, що всихають, свідчить про її збільшення від 54 до 131 га з 1994 до 2006 р., що відповідає слабкому поширенню патологічних процесів (рис. 2).

Динаміка площі насаджень Хмельницького ОУЛМГ, що всихають, за головними лісоутворювальними породами у 2011–2018 рр.

Рік обліку*	Показник	Порода									Разом
		Береза повисла	Вільха чорна	Дуб звичайний	Бук	Осіка	Сосна звичайна	Ялина євр.	Ясен звичайний	Інші	
2018	Площа, га	79	13	3 622	1	25	4 028	172	1 352	438	9 730
	Частка, %	0,8	0,1	37,2	–	0,3	41,4	1,8	13,9	4,5	100
2011	Площа, га	8 925	6 844	82 212	930	255	44 376	5 252	–	162	148 956
	Частка, %	6	4,6	55,2	0,6	0,2	29,8	3,5	–	0,1	100

*2018 р. – площа насаджень, що всихають; 2011 р. – вкриті лісовою рослинністю площі.

Із 2009 р. площа патологічних процесів збільшилася до 1,9 тис. га (середній ступінь – 4,4 % від площі всіх соснових насаджень) і станом на 2018 р. перевищила 4 тис. га (сильний ступінь – 9,1 %).

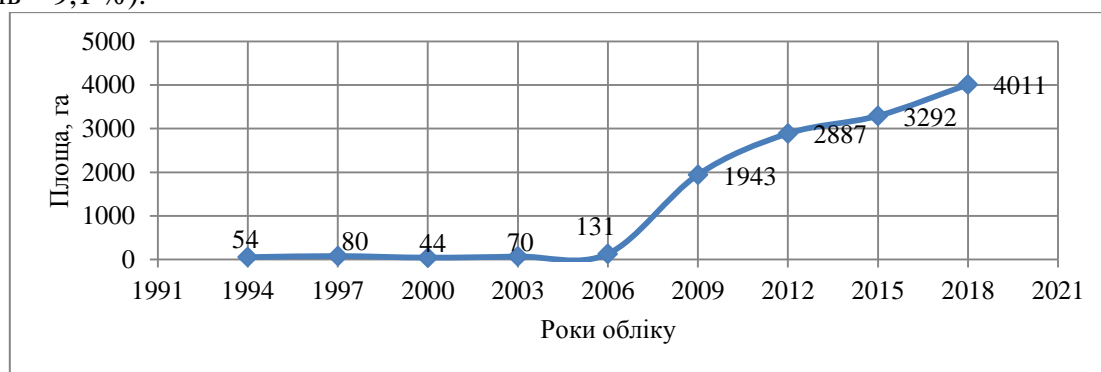


Рис. 2 – Динаміка площі соснових насаджень Хмельницького ОУЛМГ, що всихають, за 1992–2018 рр.

Загалом за всі роки досліджень ініціювали всихання соснових насаджень Хмельницького ОУЛМГ переважно кліматичні чинники (посухи, різка зміна температур, високі температури вегетаційного періоду тощо), негативний вплив яких не зафіксовано лише в 1994 та 2000 р., а незначний вплив виявлено у 2009 р. (табл. 3).

Станом на 1997, 2003, 2006, 2012, 2015 та 2018 рр. частка площ насаджень, що всихали внаслідок дії кліматичних факторів, від загальної площі соснових лісів становила від 21 % (2006 р.) до 86 % (1997 р.). Частка площ соснових насаджень, всихання яких було спричинене хворобами, станом на 2018 р. становила 5,8 % від загальної площі соснових лісів (понад 232 га). Найбільшу частку сосняків, уражених хворобами, виявлено в 1994 та 2000 рр. – 86 та 66 % від загальної площі відповідно. Водночас площі насаджень, що всихали, у ці періоди були порівняно незначними (54 га – у 1994 р. та 44 га – у 2000 р.).

Зміну гідрологічного режиму як ініціувального чинника всихання соснових насаджень не вказували у 1994, 1997 та 2012 рр. Незначні площі всихання, спричинені зміною гідрологічного режиму, виявлено у 2000 р. (1,0 га) та 2003 р. (4,0 га). Найбільшу частку сосняків, що всихали внаслідок дії цього чинника, зафіксовано станом на 2006 р. – 42,7 % (56 га) від загальної площі лісів, що всихали. Пошкодження соснових насаджень вітром відзначали у 2003–2018 рр. Найбільші пошкодження соснових насаджень вітром зареєстровано у 2009 р. – 412 га (4,2 %). У цей період виявлено також найбільшу площу пошкодження сосняків снігом – 430 га (або 22 % від загальної площі насаджень, що всихали)

та градом – 95 га (4,9 %). Суттєві пошкодження сосняків Хмельницького ОУЛМГ пожежами зафіксовано у 2015 р. – 60 га (1,8 % від площі всіх насаджень, що всихали). Помилки під час проведення лісгосподарських заходів були причиною всихання в 1994 та 2006 рр. на незначних площах (4–13 га). В усі досліджувані періоди, за винятком 1994, 2012 та 2015 рр., не було визначено причини всихання на площі від 4 га (1997 р.) до 65 га (2018 р.).

Таблиця 3

Розподіл площі соснових насаджень Хмельницького ОУЛМГ, що всихають, за ініціювальними чинниками станом на кожний третій рік у 1992–2018 рр. (га / %)

Ініціювальні чинники	Рік обліку								
	1994	1997	2000	2003	2006	2009	2012	2015	2018
Верхівковий короїд	–	–	–	–	–	829/42,7	639/22,1	1 178/35,8	1 283/ 32
Хвороби	46/85,2	3/3,8	29/65,9	1/0,4	1/0,8	83/4,3	293/10,2	96/2,9	232/5,8
Зміна гідрологічного режиму	–	–	1/2,3	4/5,7	56/42,7	49/2,5	–	68/2,1	87/2,2
Ґрунтові умови	–	–	–	–	7/5,3	–	–	2/0,1	–
Вітровал / вітролом	–	–	–	3/4,3	5/3,8	412/21,2	121/4,2	28/0,9	17/0,4
Сніговал / сніголам	–	–	–	–	–	430/22,1	–	–	–
Град, льодолам	–	–	–	–	–	95/4,9	–	–	–
Пожежа	–	–	–	–	1/0,8	1/0,1	–	60/1,8	–
Екологічні фактори, клімат	–	69/86,2	–	29/41,5	28/21,4	2/0,1	1 834/63,5	1 860/56,4	2 327/58
Господарські порушення	8/14,8	4/5,00	6/13,6	8/11,4	13/9,9	–	–	–	–
Не з'ясовано	–	4/5,00	8/18,2	25/35,7	20/15,3	42/2,1	–	–	65/1,6
Разом	54/100	80/100	44/100	70/100	131/100	1943/100	2887/100	3292/100	4 011/100

Станом на 2009 р. соснові насадження Хмельницького ОУЛМГ на площі майже 940 га було пошкоджено вітром, снігом і градом. Пошкодження вітром і снігом визначають за видимими ознаками, тоді як площі насаджень із пошкодженнями коренових систем, зокрема уражених кореневою губкою можуть значно перевищувати площі сосняків із видимими ознаками.

Відпад дерев у насадженні в процесі розвитку є закономірним явищем і відбувається в насадженнях усіх класів віку. Водночас суттєві зміни в стані насаджень та їхній структурі відбуваються вже з III класу віку, коли загострюється конкуренція за світло й починається диференціація дерев за станом. Розподіл площі поширення лісопатологічних процесів у соснових насадженнях за класами віку (рис. 3) свідчить про переважання всихання у деревостанах VI та VII класів віку – 29 та 24 % відповідно.

Натомість частка площ соснових насаджень VI та VII класів віку (Reference Book 2011) є суттєво меншою – 19 та 16 % відповідно, що свідчить про низьку біологічну стійкість штучних соснових насаджень. Частка сосняків, що всихали, VIII класу віку від загальної площі сосняків цього класу віку загалом була близька до частки сосняків цього класу віку в загальній площі соснових насаджень станом на 2011р. (16 та 17 % відповідно). Це свідчить, що в насадженнях VIII класу віку відпад не є патологічним. Водночас у насадженнях IX та X класів віку частка площ насаджень, в яких виявлено патологічні процеси, є більшою, ніж частка площі насаджень цих класів віку у загальній площі сосняків майже в 2 та 3 рази відповідно. Це може бути пов'язано зі всиханням насаджень, виключених із режиму головного користування.

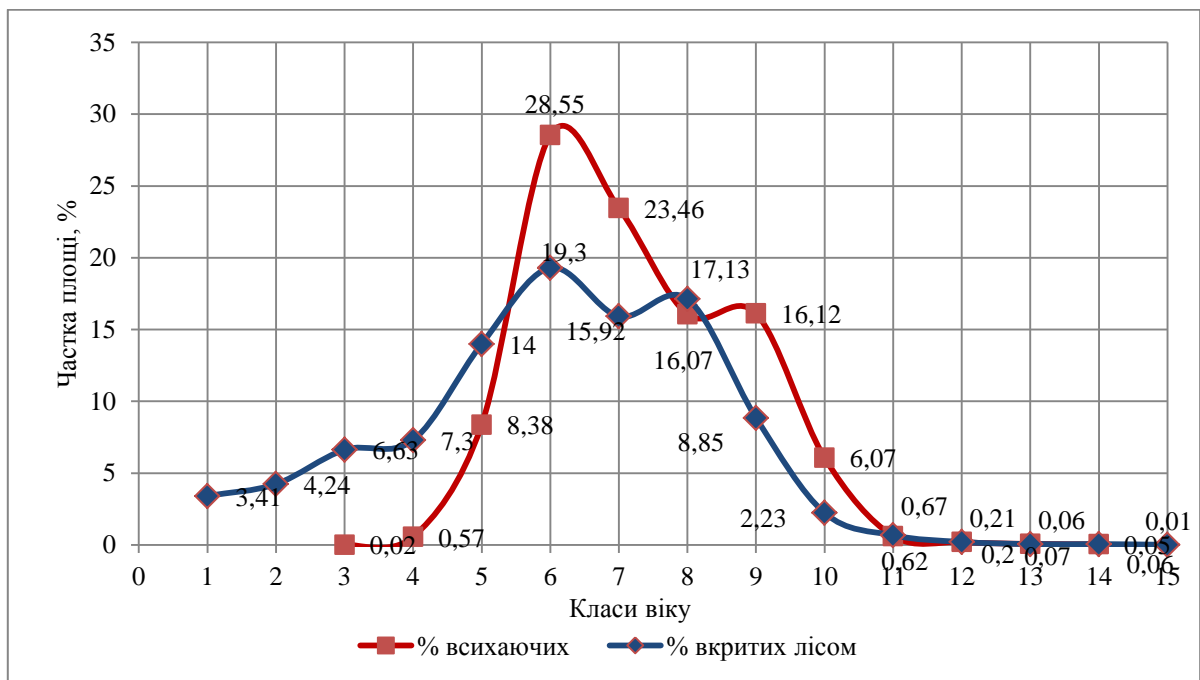


Рис 3 – Розподіл за класами віку частки площ усіх соснових насаджень у лісогосподарських підприємствах Хмельницького ОУЛМГ станом на 2011 р. та соснових насаджень, що всихають, станом на 2018 р.

Насадження VIII класу віку і старші залишилися після санітарних рубок, проведених у насадженнях VI та VII класів віку. У насадженнях IX та X класів віку патологічні процеси тривають і мають хронічний характер (коренева губка). У насадженнях XI–XV класів віку, площі яких є незначними, відпад не був патологічним.

Наслідком патологічних процесів є відмирання дерев, що призводить до зниження повноти насаджень (рис. 4).

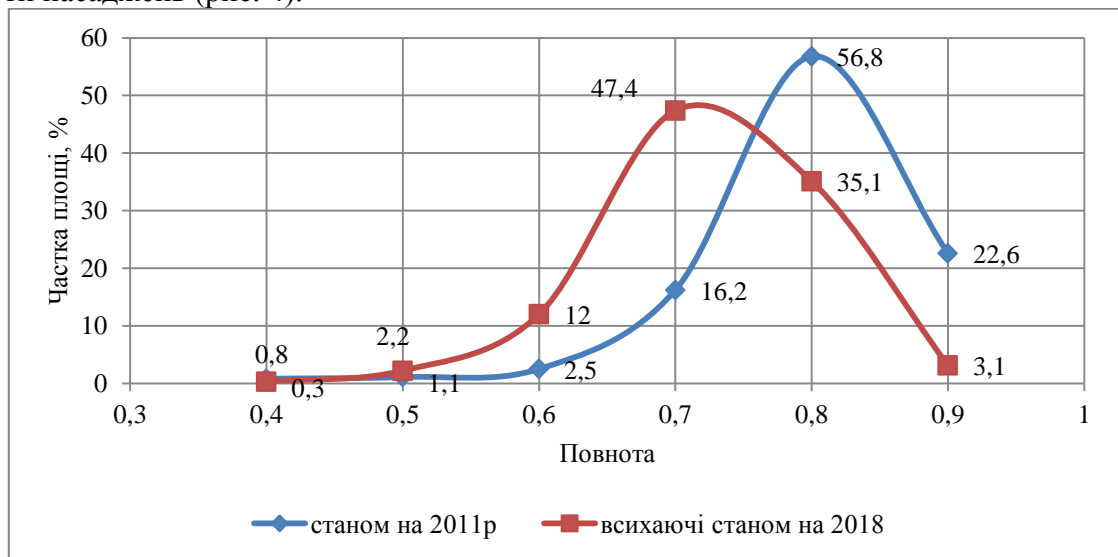


Рис 4 – Розподіл за відносною повнотою площі всіх соснових насаджень у лісогосподарських підприємствах Хмельницького ОУЛМГ станом на 2011р. та соснових насаджень, що всихали, станом на 2018 р.

З іншого боку, різке зниження повноти сприяє поступовому відпаду дерев через їхню непристосованість до таких змін. Так, у насадженнях, в яких виявлено патологічні процеси,

частка насаджень із відносною повнотою 0,8 і 0,9 у порівнянні з часткою площ усіх соснових насаджень від усіх насаджень станом на 2011 р. з такими ж повнотами є меншою на 21,7 та 19,5 % відповідно. Натомість частка площ насаджень із повнотою 0,6 та, особливо, 0,7, навпаки, є більшою – на 9,5 і 31 % відповідно.

Розподіл площі за класами бонітету свідчить (рис. 5), що всихання охоплює дещо більші площі насаджень II і вищих класів бонітету (99 %), ніж за розподілом за класами бонітету всіх сосняків станом на 2011 р. (96 %). Результати досліджень свідчать, що патологічні процеси поширюються в соснових насадженнях I та вищих класів бонітету (93 %).

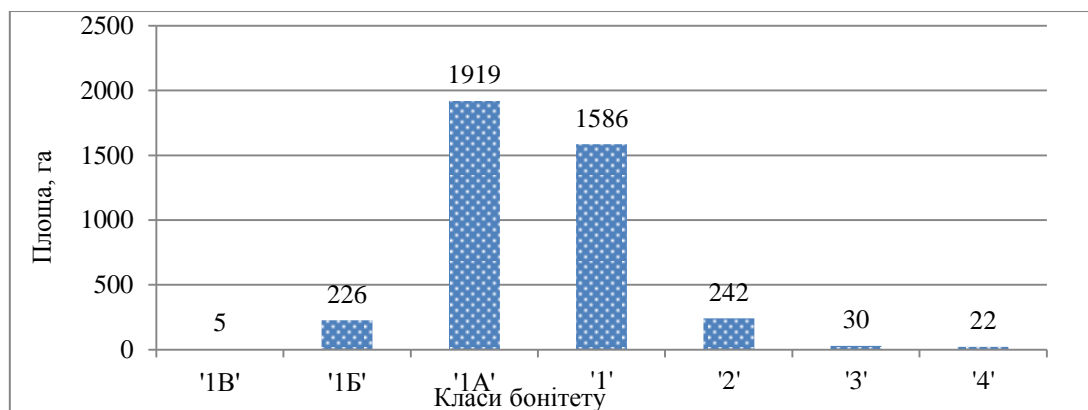


Рис. 5 – Розподіл за класами бонітету площі соснових насаджень Хмельницького ОУЛГМ, що всихають, станом на 2018 р.

Враховуючи ситуацію, що склалася в лісах Хмельницького ОУЛГМ, обсяги санітарних рубок у майбутньому збільшуватимуться. Зростатимуть і обсяги інших рубок – лісовідновних, переформування та головного користування, зокрема суцільних. Заборона проведення санітарних рубок може призвести до серйозних наслідків. Зокрема, накопичення ослаблених дерев провокує масовий розвиток стовбурових шкідників, що вже тривалий час відбувається в ялинових насадженнях, а в останні роки – й у соснових. Накопичення сухоостою у хвойних насадженнях суттєво збільшує небезпеку виникнення пожеж.

Невчасне проведення необхідних заходів призводить до втрати товарності деревостану й значних матеріальних збитків, задерніння території та зростання витрат на лісовідновлення, суттєво збільшується термін змикання культур і, відповідно, термін вирощування другого покоління лісу. На нашу думку, вік рубки штучних соснових деревостанів, в яких виявлено патологічні процеси, настає в тому класі віку, в якому частка сосняків, що всихають, від загальної площі насаджень, що всихають, перевищує частку площ соснових деревостанів у цьому віці від загальної площі сосняків у господарстві.

Висновки. За період 1994–2018 рр. основними чинниками всихання соснових насаджень Хмельницького ОУЛГМ були хвороби (переважно коренева губка) та кліматичні чинники (посухи, високі температури тощо). Значні пошкодження сосняків вітром, снігом і пожежами зафіксовано у 2009 р. (940 га), 2012 р. (121 га) та 2015 р. (88 га). У 2009 р. площі соснових насаджень, що всихали, у зв'язку із масовим розмноженням верхівкового короїда, різко збільшилися до середнього ступеня (4,4 % від площі всіх соснових насаджень), а у 2018 р. досягли сильного ступеня (1,3 тис. га – 9,1 %).

Соснові насадження Хмельницького ОУЛГМ II–VII класів віку на 70–90 % є штучно створеними, з них понад 80 % представлені чистими за складом або є близькими до них. Сприйнятливими до поширення патологічних процесів є близько 58 % всіх сосняків. Специфічність впливу кліматичних змін останніх років виявляється через погіршення стану насамперед штучних соснових, ясеневих та грабових насаджень. Найбільшу частку від всихаючих соснових насаджень становлять чисті за складом деревостани VI та VII класів

віку – 29 та 24 % відповідно, I і вищих класів бонітету (93 %), з повнотою 0,6 і 0,7 – 12 та 47 % відповідно.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Borodavka, V. O., Getmanchuk, A. I., Kychlyuk, O. V., Voytyuk, V. P. 2016. Pathological processes of withering pine stands in Volyn Polissya. Ukrainian Journal of Forest and Wood Science, 238: 102–118 (in Ukrainian).

Encyclopedia of Forestry in the Khmelnych region. 2020. [Bereka V.E., Ed.]. Khmelnytskyi, Polygraphist-3 LLC, 248 p. (in Ukrainian).

Lozitskiy, V. G., Ustskiy, I. M., Vedmid, M. M., Rogoyi, V. I. 2012. Features of distribution of root rot in pine forests of Chernigiv Polissia. Scientific Bulletin of UNFU, 22(14): 74–79 (in Ukrainian).

Meshkova, V. L., Kochetova, A. I., Zynchenko, O. V. 2015. The pine engraver beetle *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in the North-Eastern Steppe of Ukraine. Kharkov Entomological Society gazette, XXIII (2): 64–69 (in Ukrainian).

Reference Book of the Forest Fund of Ukraine Based on the Data of State Forest Inventory as of 01.01.2011. 2011. Irpin, 124 p. (in Ukrainian).

Ustskiy, I. M. 2008. Methodological instructions on gathering information for the database of forests of Ukraine, in which pathological processes are noted. Kharkiv, URIFFM, 14 p. (in Ukrainian).

Ustskiy, I. M. 2019. To study ecological and biological bases of resistance of stands of the main forest-forming species to mass pathogenic phenomena. Final Scientific Report. Theme 9. URIFFM. DR 0115U001198; KP 00994064; (in Ukrainian). Kharkiv, URIFFM, 458 p. (in Ukrainian).

Ustskiy I. M. and Mykhailichenko O. A. 2017. Recommendations for increasing the resistance of forest plantations on old arable lands to pathogenic factors . Kharkiv, 25 p. (in Ukrainian).

Ustskiy I. M., Zhadan I. V., Mykhailichenko O. A.

DYNAMICS AND CAUSES OF CHANGES IN THE CONDITION OF PINE STANDS OF DIFFERENT AGES, MANAGED BY KHMELNYTSKYI REGIONAL DEPARTMENT OF FORESTRY AND HUNTING, DURING 1992–2018

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

As of 2012, the area of pine stands decline in Khmelnytskyi Regional Department of Forestry and Hunting Administration due to outbreaks of *Ips acuminatus* increased and in 2018 reached almost 34 thousand ha. The background for the spread of bark beetle was the root rot and damage to pine trees by wind, snow (the area was 0.8 thousand hectares in 2009) and fire (1.5 thousand ha in 2000). The largest areas of pathological processes were observed in planted pure stands of VI and VII age classes, making 64% of the total area of all declined pine stands of 1st and higher growth classes (93%) and relative density of stocking of 0.6–0.7. The data obtained indicates the need to reduce the age of maturity for artificial pine stands.

Key words: pathological processes, pine, decline area, root rot, *Ips acuminatus*.

E-mail: ivanuski1950@ukr.net

Одержано редколегією 05.07.2022

ЕКОНОМІКА, МИСЛИВСТВОЗНАВСТВО

УДК 630.6:630.624:630.8

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.141.2022.125>



А. С. ТОРОСОВ, І. М. ЖЕЖКУН, А. О. КАЛАШНИКОВ, Ю. В. ХАРЧЕНКО **ЛІСОСИРОВИННА БАЗА ЗАГОТІВЛІ ДЕРЕВИНИ В УКРАЇНІ** **ДО ПОВНОМАСШТАБНОЇ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ**

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

Оцінено стан лісосировинних ресурсів заготівлі деревини за природними зонами України до початку повномасштабного російського вторгнення 24 лютого 2022 р. Проаналізовано лісоресурсний потенціал заготівлі деревини за категоріями лісів. Виділено лісові ділянки й запаси деревостанів на них, які за фактичними чи потенційними ознаками та екологічними (природоохоронними) й економічними чинниками можливі для експлуатації, тобто придатні для заготівлі деревини. Здійснено порівняння запасів деревини, середньої зміни запасу, обсягів заготівлі за природними зонами та проаналізовано їхню динаміку. Визначено, що 53,7 % площі лісів та близько 60 % загального запасу деревостанів, що у сфері діяльності Держлісагентства України, є придатними для заготівлі деревини. Аналіз регіональних особливостей лісового фонду свідчить про доволі високий лісоресурсний потенціал України. Водночас використання щорічного приросту деревини становить близько 60 %, а в розвинених країнах Європи – 70–80 %. Оцінювання довоєнного стану лісових ресурсів України стосовно заготівлі деревини може бути базою для прогнозування ринку деревини в післявоєнний період розвитку економіки країни.

Ключові слова: лісовий фонд, природна зона, площа деревостанів, запас деревостанів, деревні ресурси.

Вступ. Ліси України є важливим компонентом ландшафтних систем країни й виконують переважно екологічні та соціальні функції. Окрім того, ліси є джерелом різноманітних відновлювальних природних ресурсів і, насамперед, деревини. Тому аналіз лісосировинної бази заготівлі деревини має забезпечити можливість ефективного використання лісового фонду для виробництва лісоматералів.

Ринок деревини, враховуючи його величезний вплив на кліматичну та екологічну ситуації у світі, є предметом вивчення не лише на рівні окремих розвинених лісових держав (Carus et al. 2010, Dieste et al. 2019, Babuka et al. 2020, Kunttu et al. 2021, Layton et al. 2021), але й наддержавних інституцій ООН та ЄС (Kindermann et al. 2013, Packalen et al. 2014, Barreiro et al. 2016, Forest 2020).

Наявність повної та об'єктивної інформації щодо регіональної структури ринку деревини в Україні є дуже важливою для формування стратегії розвитку лісової та деревообробної галузей, які є виробниками та споживачами деревного ресурсу. Інформацію щодо регіональної структури виробництва та споживання деревини можна використовувати для розв'язання широкого кола завдань забезпечення ефективного функціонування ринку деревини в країні, з яких важливими є такі:

- облік за регіонами фізичних обсягів і вартості дозволеної до вилучення та фактично заготовленої деревини;
- сприяння прозорості й доступності для споживачів продукції необробленої деревини та потенційних інвесторів у деревообробну галузь інформації щодо обсягів деревного ресурсу в країні та його регіональної структури;
- визначення річного балансу обсягу необробленої деревини як співвідношення між попитом і пропозицією на необроблену деревину протягом року;
- прогнозування балансу обсягу необробленої деревини в контексті сортиментів деревних порід у межах річного ресурсу наступного календарного року з урахуванням прогнозованої потреби в такій деревині;
- здійснення сценарного прогнозування розвитку лісгосподарської галузі та деревообробної промисловості;
- планування обсягів, вартості й податкових надходжень від експортних поставок деревини.

Виходячи зі стратегічних завдань лісогосподарської галузі щодо забезпечення її сталого розвитку (The concept 2006, Poburko & Shubalyi 2007, Boiko & Ivanytska 2011, Yarova 2011), оптимальні багатофакторні моделі організаційно-економічної діяльності лісогосподарських підприємств мають охоплювати параметри трьох груп: ресурсно-виробничого потенціалу (потужності – насамперед обсягів заготівлі деревини), еколого-економічної та соціально-економічної ефективності. Особливості використання ресурсно-виробничого потенціалу підприємств визначаються лісовим законодавством (Forest Code of Ukraine 2006). Відповідно до статті 1 (Forest Code of Ukraine 2006) «Ліси України є її національним багатством і за своїм призначенням та місцезрозташуванням виконують переважно водоохоронні, захисні, санітарно-гігієнічні, оздоровчі, рекреаційні, естетичні, виховні, інші функції та є джерелом для задоволення потреб суспільства в лісових ресурсах».

Ринкові умови господарювання мають обмежений вплив на обсяги заготівлі деревини через її лімітування розрахунковою лісосікою. Обсяги лісозористування державних лісогосподарських підприємств більшою мірою залежать від цільового призначення лісів (поділу лісів за категоріями) і лісівничо-таксаційних показників деревостанів, які визначаються лісовпорядкуванням. Матеріали лісовпорядкування є основою для аналізу та поточного планування лісогосподарської діяльності підприємств. Визначаючи лісосировинну базу, окрім матеріалів лісовпорядкування необхідно враховувати зміни віків стиглості лісів України та обсягів розрахункових лісосік у перспективі, інші зміни в нормативно-правових документах щодо ведення лісового господарства.

Наявність лісосировинної бази є основною у виробничому ланцюгу від заготівлі та реалізації круглого лісу до випуску продукції з деревини. Таким чином, одним із базових питань щодо розвитку ринку деревини є дослідження виробництва (заготівлі) та споживання деревини в країні на довгострокову перспективу (Torosov & Zhezhkun 2021). На сьогодні це є особливо актуальним через повномасштабне російське вторгнення на територію України та завдані цим відповідні збитки лісовому господарству.

Мета роботи – оцінити довоєнний лісосировинний потенціал виробництва деревини в Україні для задоволення потреб деревообробної галузі як основу для подальшого прогнозування ринку деревини в післявоєнний період розвитку економіки країни.

Матеріали й методи. Аналіз лісоресурсної бази України довоєнного періоду щодо заготівлі та реалізації круглого лісу проведено з урахуванням територіальних особливостей регіонів країни. Використано групування Державного агентства лісових ресурсів України (Держлісагентство) за областями та природними зонами України: Полісся (Волинська, Житомирська, Рівненська, Чернігівська області), Лісостеп (Вінницька, Київська, Полтавська, Сумська, Тернопільська, Харківська, Хмельницька, Черкаська області), Степ (Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Кіровоградська, Луганська, Миколаївська, Одеська, Херсонська області), Карпати (Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Чернівецька області), Крим.

Вхідною інформацією для аналізу регіональної структури лісосировинної бази заготівлі деревини були дані ВО «Укрдержліспроект» (A Brief Guide 1998, 2003, Directory 2012), а також статистичні показники Державної служби статистики України (Timber 2021, Production 2021). Дослідження проводили на основі даних із відкритих інформаційно-статистичних джерел із використанням методичного підходу Європейської економічної комісії ООН (ЄЕК ООН/FAO) щодо аналізу ситуації на міжнародних ринках деревини, адаптованого до умов України (Forest Products 2020, ANNEX 2022). Слід зазначити, що останній державний облік лісів в Україні здійснено станом на 01.01.2011, тому переважно саме ці матеріали (як такі, що містять найповнішу інформацію про лісовий фонд країни) було використано для визначення лісосировинної бази заготівлі деревини за природними зонами. Також використано дані ВО «Укрдержліспроект», отримані в результаті здійснюваного ним безперервного лісовпорядкування за останній період.

За фактичними чи потенційними ознаками та екологічними (природоохоронними) й економічними чинниками виділено лісові ділянки, які придатні для заготівлі деревини. Здійснено порівняння площ і запасів деревини в лісах, можливих для експлуатації, щорічних середніх змін запасу в лісах України та обсягів заготівлі деревини за природними зонами. Проаналізовано динаміку зазначених показників.

У дослідженні застосовано загальноприйняті кількісні методи статистики, групування, порівняння, табличного та графічного моделювання.

Результати та обговорення. Значна частка українських лісів (62 %) належать до категорій із особливим режимом користування (ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення, рекреаційно-оздоровчі ліси й захисні ліси) та мають обмежене експлуатаційне значення (табл. 1).

Таблиця 1

Загальні показники лісового фонду України, тис. га

№ з/п	Показник	Держліс-агентство	Україна
1	Усього лісів, зокрема за категоріями:	6 840,4	10 378,7
	– ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення	1 029,5	1 440,0
	– рекреаційно-оздоровчі ліси	1 320,7	1 586,1
	– захисні ліси	1 566,0	3 415,8
	– експлуатаційні ліси	2 924,2	3 936,8
2	Площа вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок	6 293,5	9 573,9
4	– зокрема стиглих і перестиглих насаджень	1 175,1	1 600,7
5	Загальний запас насаджень (деревини), млн м ³	1 512,4	2 099,9
	зокрема запас стиглих і перестійних насаджень	299,1	384,1

Загальний запас деревини в лісах України становить близько 2,1 млрд м³, із яких 72,0 % зосереджено в лісах, підпорядкованих Держлісагентству України. Водночас запас стиглих і перестійних насаджень становить 18,3 % загального запасу, з яких 77,9 % зосереджено в лісах, підпорядкованих Держлісагентству України.

У лісозабезпечених регіонах країни – Поліссі та Карпатах – у лісовому фонді лісогосподарських підприємств, підпорядкованих Держлісагентству України, частка експлуатаційних лісів є найбільшою і становить 68,5 і 48,1 % від загальної площі відповідно. У Степу й Криму експлуатаційні ліси відсутні. Загалом частка лісів із обмеженим режимом користування становить 57,1 % від загальної площі, а решта (42,9 %) – належить до експлуатаційних лісів, які призначені для задоволення потреб національної економіки в деревині (рис. 1.).

Для аналізу лісоресурсного потенціалу України велике значення мають наявність площ і запасів деревостанів, придатних для заготівлі деревини. Залежно від основних виконуваних лісами функцій, вони мають певні обмеження щодо заготівлі деревини, тому в межах кожної категорії лісів виділено ділянки, можливі для експлуатації, тобто придатні для заготівлі деревини та непридатні для заготівлі деревини за екологічними (природоохоронними) та економічними ознаками. Критерієм для визначення відмінностей між зазначеними категоріями є фактичне або потенційне використання лісової площі з метою отримання деревини.

Загальна площа лісів, підпорядкованих Держлісагентству України, становить близько 6 840,4 тис. га, з яких 53,7 % є придатними для заготівлі деревини. Територіально за природними зонами частка лісів, придатних для заготівлі деревини, є найбільшою в Поліссі та становить 71,6 % від загальної площі. У Степу частка таких лісів становить лише 10,0 %, а в Криму вони взагалі відсутні. Зазначимо, що в лісах, що належать до категорії експлуатаційних (2 924,2 тис. га), для заготівлі деревини придатні 86,2 % загальної їхньої

площі, а в лісах з особливим режимом користування (ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення, рекреаційно-оздоровчі ліси й захисні ліси) – лише 30 %.



Рис. 1 – Розподіл за категоріями лісів загальної площі вкритих лісовою рослинністю ділянок у лісовому фонді лісогосподарських підприємств, підпорядкованих Держлісагенству України

Найбільша площа експлуатаційних лісів, придатних для заготівлі деревини, зосереджена в Поліссі (52,2 % від загальної площі), в Лісостепу і Карпатах їхні площі є майже однаковими – 23–25 %. Водночас частка експлуатаційних лісів, придатних для заготівлі деревини, в межах природних зон лісозабезпечених регіонів України становить 82,7–87,4 %. Частка експлуатаційних лісів, придатних для заготівлі деревини, у загальній площі лісів, придатних для заготівлі деревини, становить 68,6 %, решта – в лісах інших категорій (рис. 2).

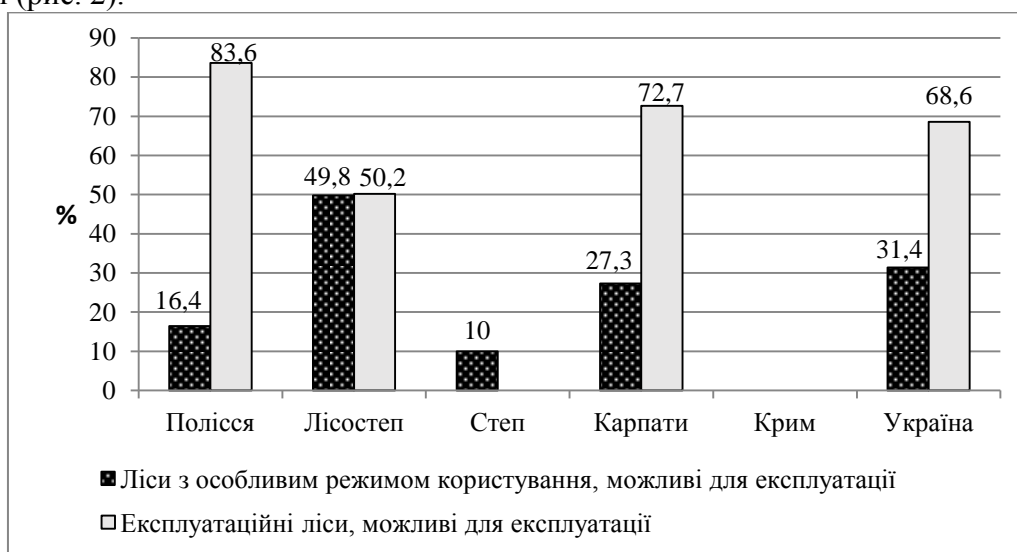


Рис. 2 – Розподіл площі вкритих лісовою рослинністю ділянок у лісовому фонді лісогосподарських підприємств, підпорядкованих Держлісагенству України, придатних для виробництва деревини

Найбільші площі експлуатаційних лісів, придатних для заготівлі деревини, зосереджено в Поліссі (83,6 %) і Карпатах (72,7 %).

Загальний запас деревини в лісах, підпорядкованих Держлісагенству України, становить близько 1 512,4 млн м³, зокрема запас хвойних насаджень становить 50,3 % від загального запасу, твердолистяних – 41,2 %, м'яколистяних – 8,4 %, насаджень за участю інших деревних порід і чагарників – 0,1 %. За природними зонами за запасом хвойні насадження переважають лише в Поліссі (69,4 %). У решті природних зон за запасом домінують твердолистяні деревостани: у Лісостепу їхня частка становить 50,7 %, у

у Карпатах – 51,8 %, у Степу – 62,4 %, у Криму – 78,5 %. Питома вага запасів м'яколистяних порід є порівняно меншою та становить від 0,9 % у Криму до 16,2 % у Поліссі (рис. 3).

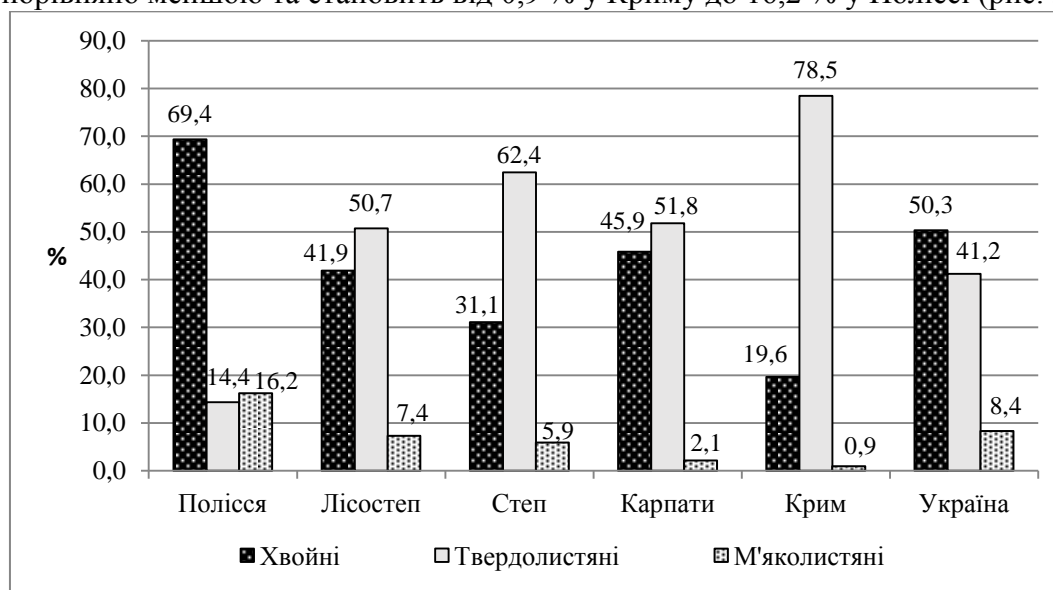


Рис. 3 – Розподіл загального запасу деревостанів у лісах, підпорядкованих Держлісагентству України, за групами порід і природними зонами

Запас деревостанів, придатний для заготівлі деревини, загалом у лісах, підпорядкованих Держлісагентству України, становить близько 60 % від загального обсягу (Полісся – 76 %, Лісостеп – 64 %, Степ – 16 %, Карпати – 54 %). Міжрегіональний розподіл придатної для заготівлі деревини є таким: Полісся – 40 %, Лісостеп – 32 %, Карпати – 26 %, Степ – 2 %.

Під час проведення аналізу змін площі і запасів насаджень, придатних для заготівлі деревини в лісах, підпорядкованих Держлісагентству України, виявлено зменшення зазначених показників. Так, за період 1996–2011 рр. площа таких насаджень зменшилася на 2,3 %, а запас – на 6,5 % (табл. 2), що зумовлене певними обставинами законодавчого та природоохоронного характеру.

Таблиця 2

Зміни площі і запасів насаджень, придатних для заготівлі деревини, в лісах, підпорядкованих Держлісагентству України, за період 1996-2011 рр.

Показник	1996 р.	2002 р.	2011 р.
Площа лісових ділянок, тис. га	6 484,9	6 486,8	6 840,4
зокрема придатних для заготівлі деревини	3 630,4	3 401,1	3 675,9
%	56,0	52,4	53,7
Загальний запас деревостанів, тис. м ³	1 283 487,11	1 395 522,7	1 512 413,99
зокрема придатний для заготівлі деревини	849 623,57	856 072,7	903 088,80
%	66,2	61,3	59,7
Загальна середня зміна запасу, тис. м ³	24 165,53	24 285,00	24 624,75

За зазначений період, згідно з Лісовим Кодексом України (Forest Code of Ukraine 2006), змінився поділ лісів за екологічним і соціально-економічним значенням із більшою деталізацією категорій лісів (три з чотирьох категорій мають еколого-захисне та природоохоронне спрямування).

Збільшилася частка площі заповідних лісів – від 777 тис. га у 1996 р. до 1 199 тис. га у 2012 р. Нині частка площі заповіданих лісів, що належать до сфери управління Держлісагентства України, становить 16,8 %. Практично в усіх регіонах заповідність у лісах є вищою, ніж загальнодержавна. За 40 років площа територій та об'єктів природно-заповідного фонду на лісових землях збільшилася в 4 рази (із 315 тис. га у 1978 р. до 1 327 тис. га у 2019 р.), а частка таких лісів збільшилася з 5,5 до 16,8 %) (Public Report 2020).

Загалом, абсолютні показники площ і запасів насаджень свідчать про позитивну динаміку потенційної пропозиції обсягів деревини в країні. Разом із тим, щорічна середня зміна запасу в лісах Держлісагентства України становить 24,62 млн м³. За природними зонами частка щорічної зміни запасу, придатного для заготівлі деревини, становить: у Поліссі – 79 %, Лісостепу – 67 %, Степу – 16 %, Карпатах – 64 %. За групами порід у межах природних зон виявлено таку щорічну зміну запасів деревини: частка в хвойних насадженнях є найбільшою в Поліссі та Степу – 69 % і 61 %; у Лісостепу і Карпатах розподіл щорічної зміни запасів між хвойними та твердолистяними насадженнями – в межах 45–50 % (рис. 4).

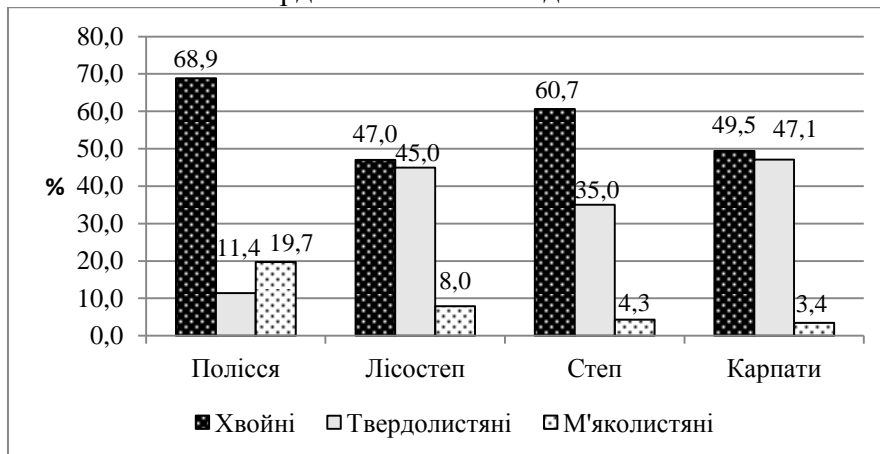


Рис. 4 – Розподіл середньої зміни запасу в лісах Держлісагентства України за групами порід у межах природних зон

Щорічна заготівля деревини щодо середньої зміни запасу в лісах, підпорядкованих Держлісагентству України, становить близько 63 %. Найвищі показники загального запасу деревостанів, загальної середньої зміни запасу та обсягів заготівлі деревини виявлено в Поліссі, найнижчі – в Степу. Близько 42 % деревини заготовлюють у Поліському регіоні (рис. 5).

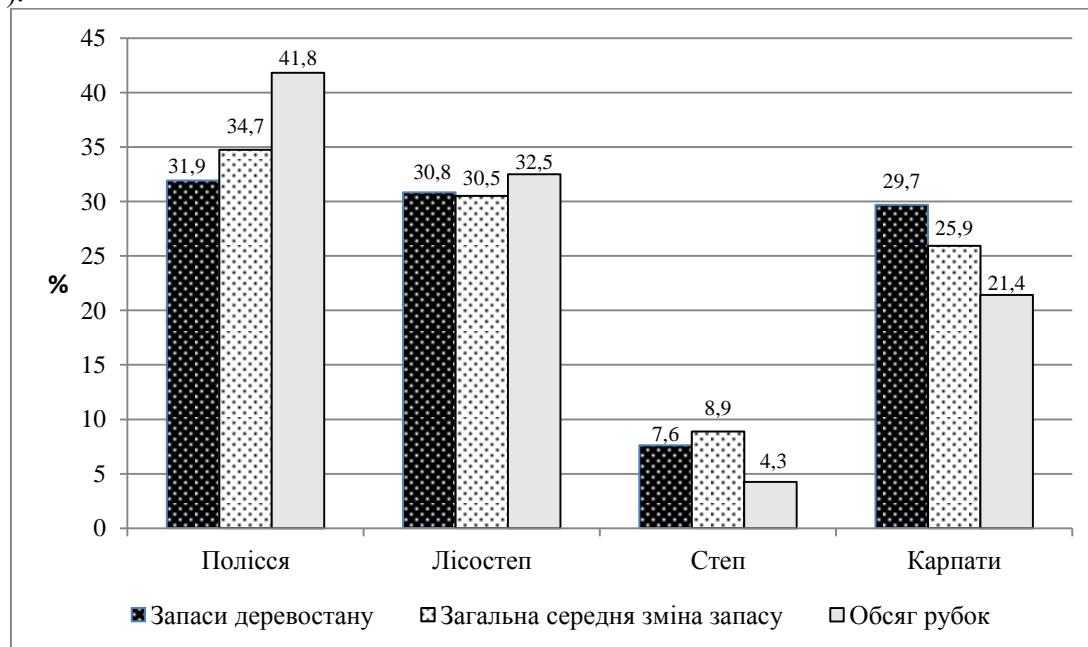


Рис. 5 – Запаси, загальна середня зміна запасу та обсяги рубок у лісах, підпорядкованих Держлісагентству України

Відповідний аналіз зазначених вище показників проведено загалом по Україні в контексті регіонів. Виявлено, що площа лісів, придатних для заготівлі деревини, становить 5,6 млн га (близько 60 %) від площі вкритих лісовою рослинністю ділянок. Щорічний

приріст (зміна запасу) лісів України становить 37–40 млн м³ деревини. Його варто порівняти з обсягами заготівлі деревини в країні. За даними Державної служби статистики України загальний обсяг рубок у країні, починаючи з 2015 р., тобто з часу введення заборони на експорт необроблених лісоматеріалів, становить близько 20 млн м³, з них 18 млн м³ – ліквідної деревини. Використання щорічного приросту становить близько 60 % (зокрема круглого ділового лісу – на рівні 50 %), тоді як у розвинених країнах Європи цей показник є значно більшим – від 70 до 80 % (Skliar & Kushnir 2018). За всіма природними зонами України фактичні обсяги заготівлі деревини є значно нижчими за потенційно можливі. Внаслідок збільшення площі стиглих і перестійних насаджень в Україні найближчими роками очікується об'єктивне збільшення норми заготівлі деревини.

Загалом по Україні на регіони Полісся й Лісостепу сумарно припадає близько 62 % загальних запасів деревини, 64 % загальної середньої (щорічної) зміни запасу та 75 % усього обсягу заготівлі деревини (рис. 6).

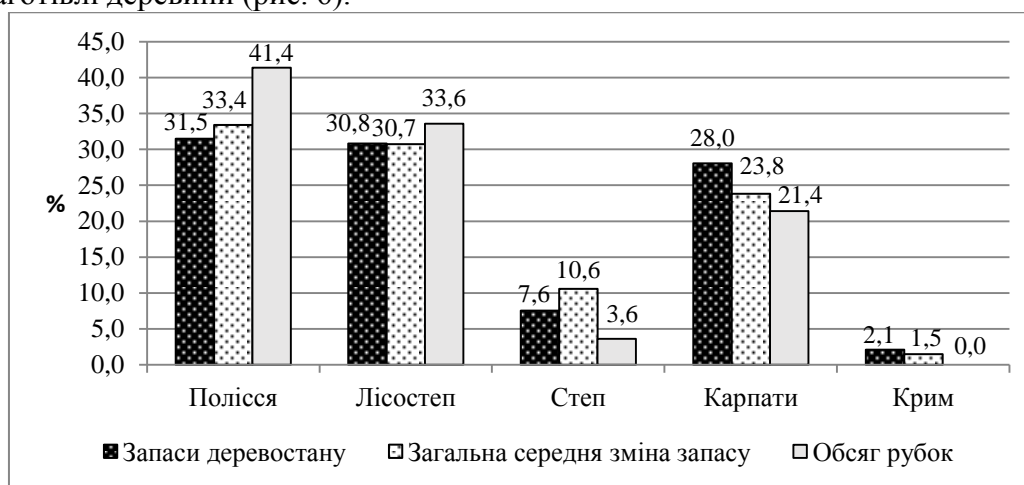


Рис. 6 – Запаси, загальна середня зміна запасу та обсяги рубок у лісах України

Таким чином, серед основних факторів розвитку ринку деревини в країні є обсяг і якість деревних ресурсів, а також те, наскільки ефективно їх використовують. У зв'язку із цим велике значення має наявність площ лісів і їхніх запасів, придатних для заготівлі деревини.

Висновки. Довгострокові тенденції розвитку лісоресурсної бази України в довоєнний період були загалом стабільними. Протягом останніх десятиріч показники площі лісів, запасів деревостанів і приросту неухильно збільшувалися. Зазначена тенденція щодо збільшення обсягів лісових ресурсів була наявна на рівні всіх регіонів України.

Запаси деревостанів у лісах України збільшувалися вищими темпами, ніж щорічний обсяг лісозаготівель. Коефіцієнт співвідношення обсягу рубок і приросту (середньої зміни запасу деревостанів) становив близько 60 %. Дисбаланс між показниками обсягу лісозаготівель і приросту, а також щорічне збільшення приросту призводили до значного накопичення запасів деревостанів. За всіма природними зонами фактичні обсяги заготівлі деревини були значно нижчими за потенційно можливі. У зв'язку із цим збільшення обсягу рубок в Україні є достатньо обґрунтованим, враховуючи також практику заготівлі деревини розвиненими європейськими країнами. Аналіз регіональних особливостей лісового фонду свідчить про позитивну динаміку потенційної пропозиції обсягів сировини на ринку деревини в країні для задоволення потреб як вітчизняних деревообробних підприємств, так і експорту круглих лісоматеріалів.

Проведений аналіз довоєнного стану лісових ресурсів України щодо виробництва деревини слугуватиме базою для подальшого прогнозування ринку деревини у післявоєнний період розвитку економіки країни.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- A Brief Guide to the Forest Fund of Ukraine Based on Forest Accounting Materials as of January 1, 2002. 2003. Kyiv, State Forestry Committee in Ukraine, 149 p. (in Ukrainian).
- A Brief Guide to the Forest Fund of Ukraine (Based on the Materials of the Regular State Accounting of Forests of Ukraine as of 01.01.96). 1998. Kyiv, State Forestry Committee in Ukraine, 101 p. (in Ukrainian).
- ANNEX 1: Conversion factors used in the European forest sector outlook study. 2022. [Electronic resource]. Available at: <https://www.unece.org/DAM/timber/efsos/data/conversion-factors.pdf> (accessed 18.10.2022).
- Babuka, R., Sujová, A., Kupčák, V.* 2020. Cascade use of wood in the Czech Republic. *Forests*, 11: 681. <https://doi.org/10.3390/f11060681>
- Barreiro, S., Schelhaas, M.-J., Kändler, G., Antón-Fernández, C., Colin, A., Bontemps, J.-D., Alberdi, I., Condés, S., Dumitru, M., Ferezliev, A., Fischer, Ch., Gasparini, P., Gschwantner, T., Kindermann, G., Kjartansson, B., Kováčevics, P., Kucera, M., Lundström, A., Marin, G., Mozgeris, G., Nord-Larsen, T., Packalen, T., Redmond, J., Sacchelli, S., Sims, A., Snorrason, A., Stoyanov, N., Thürig, E. & Per-Erik.* 2016. Overview of methods and tools for evaluating future woody biomass availability in European countries. *Annals of Forest Science*, 73: 823–837. <https://doi.org/10.1007/s13595-016-0564-3>
- Boiko, O. V. and Ivanytska, M. Ia.* 2011. The mechanism of forming the strategy of innovative development of forestry enterprises. *Marketing and innovation management*, 2: 119–123. (in Ukrainian).
- Carus, M., Raschka, A., Piotrowski, S.* 2010. The Development of instruments to support the material use of renewable raw materials in Germany. [Electronic resource]. Nova-Institut, Hürth, Germany. Available at: <http://www.bio-based.eu/policy/en/index.php> (accessed 19.07.2021).
- Dieste, A., Cabrera, M. N., Clavijo, L., Cassella, N.* 2019. Analysis of wood products from an added value perspective: The Uruguayan forestry case. [Electronic resource]. *Maderas. Cienc. Tecnol.*, 21: 305–316. Available at: <https://www.redalyc.org/journal/485/48561660003/html/> (accessed 19.07.2021).
- Directory of the Forest Fund of Ukraine Based on the Materials of the State Forest Register as of January 1, 2011. 2012. Irpin, State Forest Resources Agency of Ukraine, Ukrderzhlisproekt, 130 p. (in Ukrainian).
- Forest Code of Ukraine. 2006. [Adoption on 2006. Version of the Law No 3404-IV dated 08.02.2006]. [Electronic resource]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text> (accessed 15.10.2022) (in Ukrainian).
- Forest Products Annual Market Review, 2019–2020. 2020. [Electronic resource]. United Nations Publication: Geneva, Switzerland, UNECE/FAO. Available at: <https://unece.org/sites/default/files/2021-04/SP-50.pdf> (accessed 08.07.2021).
- Kindermann, G., Schörghuber, S., Linkosalo, T., Sanchez, A., Rammer, W., Seidl, R., Lexer, M. J.* 2013. Potential stocks and increments of woody biomass in the European Union under different management and climate scenarios. [Electronic resource]. *Carbon Balance Manage.*, 8: 2. Available at: <https://cbmjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1750-0680-8-2> (accessed 12.07. 2021).
- Kunttu, J., Hurmekoski, E., Myllyviita, T., Kilpeläinen, A.* 2021. Substitution and carbon storage impacts of harvested wood products – Effects of increased cascading with different market responses. *Carbon Balance and Management*. Preprint. [Electronic resource]. Available at: <https://www.researchsquare.com/article/rs-455738/v1> (accessed 20.07.2021).
- Layton, R. J., Arduin, R. H., Yazdeen, H., Pommier, R., Sonnemann, G.* 2021. Material flow analysis to evaluate supply chain evolution and management: An example focused on maritime pine in the Landes de Gascogne Forest, France. *Sustainability*, 13(8) : 4378. <https://doi.org/10.3390/su13084378>
- Packalen, T., Sallnaes, O., Sirkia, S., Korhonen, K., Salminen, O., Vidal, C., Robert, N., Colin, A., Belouard, T., Schadauer, K., Berger, A., Rego, F., Louro, G., Camia, A., Raty, M., San-Miguel-Ayanz J.* 2014. The European Forestry Dynamics Model: Concept, design and results of first case studies. Publications Office of the European Union, EUR 27004. <https://doi:10.2788/153990>
- Poburko, Ya. O. and Shubalyi, O. M.* 2007. Methodological principles of strategic planning of the forestry complex of the region. *Regional economy*, 3: 26–36. (in Ukrainian).
- Production of Certain Types of Industrial Products for 2011–2019. 2021. [Electronic resource]. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (accessed 14.10.2021) (in Ukrainian).
- Public Report of the Head of the State Forest Resources Agency of Ukraine for 2020. 2020. [Electronic resource]. Available at: https://drive.google.com/file/d/1gnksEnP3cbw5_G-vPkIXzUV0lxG_EqoL/edit (accessed 08.09.2021) (in Ukrainian).
- Skliar, Ye. V. and Kushnir, V. D.* 2018. Analysis and assessment of directions for improving the resource conservation strategy for forest management in Ukraine. [Electronic resource]. *Economy and Society*, 16: 612–617. Available at: https://economyandsociety.in.ua/journals/16_ukr/93.pdf (accessed 15.10.2022) (in Ukrainian).
- The Concept of Forestry Reform and Development. 2006. [Electronic resource]. Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated April 18, 2006 No. 208. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/208-2006-%D1%80#Text> (accessed 05.06.2022) (in Ukrainian).
- Timber Harvest by Region (2000–2020). 2021. [Electronic resource]. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (accessed 11.10.2021) (in Ukrainian).

Torosov, A. S. and Zhezhkun, I. N. 2021. Regional structure of timber harvesting and consumption in Ukraine. Scientific Bulletin of UNFU, 31(4): 93–97. <https://doi.org/10.36930/40310415>

Yarova, I. Ye. 2011. Organizational and economic principles of ecologically oriented forestry management. Extended abstract of PhD thesis. Sumy, 22 p. (in Ukrainian).

Torosov A. S., Zhezhkun I. M., Kalashnikov A. O., Kharchenko Yu. V.

FOREST RAW MATERIAL BASE FOR WOOD PRODUCTION IN UKRAINE BEFORE THE FULL-SCALE RUSSIAN INVASION

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

The article assesses the state of the forest raw material base for wood production in Ukraine before the full-scale russian invasion on February, 24, 2022. The assessment was carried out by natural areas of Ukraine. The forest resource potential for wood production (harvesting) was analysed within each forest category depending on the main functions. We have identified forest areas and growing stock within them possible for exploitation (suitable for wood production) by actual or potential characteristics as well as by ecological and economic factors. We compared wood stocks, average stock changes and harvest volume by regions and analysed them in dynamics. The study showed that 53.7% of the forest area and about 60% of the total growing stock had been suitable for wood production in the forests managed by State Forest Resources Agency of Ukraine. The analysis of the forest fund regional features indicated a sufficiently high forest resource potential for wood production in Ukraine. However, the use of annual wood growth is currently about 60%, while in developed European countries it makes 70–80%. The assessment of the pre-war state of Ukrainian forest resources in relation to the wood production (harvesting) can serve as a basis for forecasting the wood market in the post-war economic development of the country.

Key words: forest fund, natural area, forest area, growing stock, wood resources.

E-mail: kalashnikov@gmail.com

Одержано редколегією 31.10.2022

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

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. 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 зміни. Текст статті має відповідати загальним вимогам до написання наукових праць і бути відповідно структурованим (має містити такі розділи: **Вступ, Мета дослідження, Матеріали й методи, Результати та обговорення, Висновки, Посилання**, див. «Довідку для рецензента»). В тексті необхідно чітко сформулювати постановку завдання, мету досліджень, методику робіт, викласти результати і стислі висновки. Мета дослідження не повинна дублювати назву статті.

До редколегії подають електронний варіант статті, який слід надсилати на адресу:

Valentynameshkova@gmail.com або obolonik@uriffm.org.ua

Обов'язково зазначають контактну адресу (**e-mail**) одного з авторів.

Текст набирати у текстовому редакторі Word, подавати у форматі *.doc (*.docx). **Стили не застосовувати.**

У лівому верхньому куті зазначають УДК (10 pt). ІНІЦІАЛИ ТА ПРИЗВИЩЕ АВТОРІВ набирають великими буквами (12 pt, курсив), рівняють по центру. НАЗВУ СТАТТІ набирають великими літерами (12 pt, напівгрубий, рівняння по центру). Нижче вміщують (курсивом) *повну офіційну назву установи, де працюють автори*. Якщо автори працюють у різних установах, після кожного прізвища ставлять індекс, відповідно до якого розміщують назви установ. Анотацію українською мовою (**120–150 слів**) розміщують після назви установи, набирають шрифтом 10 pt, у кінці її вміщують ключові слова. Ключові слова не повинні повторювати слова із назви статті. Текст статті набирають 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.

Таблиці й рисунки повинні мати загальні назви та єдину нумерацію, бажано розміщувати їх після першого згадування. Ілюстрації не повинні дублювати таблиці.

Таблиці й рисунки надавати **лише в книжному форматі**.

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.

Скановані чорно-білі рисунки або фотографії подають у форматі *.jpg. На мікрофотографіях зазначають збільшення.

Назви рослин і тварин під час першого згадування слід наводити латинською мовою курсивом.

Автоматичні посилання на джерела **заборонені**. У тексті посилаються на автора (-рів) і рік публікації (у круглих дужках). Прізвища авторів наводять у транслітерації латиницею або в англійському варіанті написання, наприклад (Meshkova et al. 2002).

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES вміщують після тексту статті. Джерела не нумерують, наводять за абеткою.

Назви джерел, написаних російською чи українською мовами, а також назви журналів (збірників), слід навести у перекладі на англійську мову, а потім у квадратних дужках [] – мовою оригіналу, зазначити мову оригіналу (in Ukrainian).

Зразки оформлення ПОСИЛАНЬ

Монографії:

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

Частина книги:

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. & Enderle, R. (Eds.). Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.): Consequences and Guidelines for Sustainable Management. Uppsala, p. 220–227.

Meshkova, V., Mikulina, I., Shatrovskaja, V. 2013. Host specificity of some Gracillariid leafminers. In: Recent Developments in Research and Application of Viruses in Forest Health Protection. Edited by Research Inst. of Forest Ecology, Environment and protection, Chinese Academy of Forestry and Russian Res. Inst. for Silviculture and Mechanization of Forestry. Beijing, China Forestry Publishing House, p. 13–27.

Без автора:

Red Book of Ukraine. Plant World [Червона книга України. Рослинний світ]. 2009. [Didukh, Ya. P., Ed.]. Kyiv, Global consulting, 900 p. (in Ukrainian).

Статті у періодичних виданнях:

Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Shlonchak, H. A., Samoday, 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 [Результати відбору плюсових дерев сосни і дуба в рівнинній частині України та Криму у 2010–2014 pp.]. Forestry and Forest Melioration [Лісівництво і агролісомеліорація], 126: 139–147 (in Ukrainian).

Матеріали конференцій

Slobodyan, P. Ya. 2013. Classification of trees in stands for forest protection needs [Класифікація дерев у лісостані для потреб лісозахисту]. 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, p. 155–158 (in Ukrainian).

Дисертації

Sydorenko, S. G. 2017. Postpyrogenic growth of Scots pine stands in the Left-bank Forest Steppe of Ukraine [Постпірогенний розвиток сосняків Лівобережного Лісостепу України]. PhD thesis [Дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук]. Kharkiv, 191 p. (in Ukrainian).

Автореферати дисертацій

Bobrov, I. O., 2016. Spread and injuriousness of pine bark bug in the stands of Novgorod-Siverske Polissya [Поширеність і шкідливість соснового підкорового клопа в насадженнях Новгород-Сіверського Полісся]. Extended abstract of PhD thesis [Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук]. Kharkiv, 22 p. (in Ukrainian).

Методичні рекомендації

Methodical recommendations on inspection of stem forest pests' foci [Методичні рекомендації щодо обстеження осередків стовбурових шкідників лісу]. 2010. Meshkova, V. L. (Ed.). Kharkiv, URIFFM, 27 p. (in Ukrainian).

Стандарти:

Forest inventory sample plots. Establishing method. Corporate standard 02.02-37-476:2006 [Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання. СОУ 02.02-37-476:2006]. 2007. Valid from May 1, 2007. Kyiv, Ministry of Agrarian Policy of Ukraine, 32 p. (in Ukrainian).

Електронні ресурси:

WeatherUnderground [Weather Forecast and Reports – Long Range and Local]. 2017. [Electronic resource]. The Weather Company, LLC. Available at: <https://www.wunderground.com/history/airport/UKHH> (accessed 30.04.2020).

Sanitary Forests Regulations in Ukraine [Санітарні правила в лісах України]. 2016. [Electronic resource]. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No 756 dated 26 October 2016 [Постанова Кабінету міністрів України від 26 жовтня 2016 р. № 756]. Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п> (accessed 30.04.2020) (in Ukrainian).

Анотацію англійською мовою набирають за такими ж правилами, як і українською, але вміщують після «ПОСИЛАНЬ». Перед текстом анотації англійською мовою (10 pt) вміщують прізвища та ініціали авторів, назву статті, назву установи, після тексту анотації – ключові слова.

Окремим файлом (формат **.doc**, **.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.

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 містить 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 та обговорення. 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. Чи наявний аналіз отриманих даних, порівняння з подібними публікаціями з інших регіонів? Дати можливі пропозиції за необхідності.

10. Чи висновки повно і вірно ілюструють результати дослідження, чи вони впливають із результатів?

11. Чи можуть або мають деякі частини статті бути скорочені, вилучені, розширені або перероблені? Чи є рекомендації з погляду стилю і мови?

12. 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?

13. 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>Бродович Ю. Р., Бродович Р. І., Кацуляк Ю. Д., Сіщук М. М. Особливості природного залісення суцільних зрубів в Українських Карпатах</i> <i>Brodovych Yu. R., Brodovych R. I., Katsulyak Yu. D., Sishchuk M. M. Features of natural reforestation of clear-cuts in the Ukrainian Carpathians</i>	3
<i>Мусяненко С. І., Тарнопільська О. М., Бондаренко В. В., Лук'янець В. А., Кобець О. В., Костяшкіна Т. Д. Ландшафтно-рекреаційна оцінка рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України</i> <i>Musienko S. I., Tarnopilska O. M., Bondarenko V. V., Luk'yanets V. A., Kobets O. V., Kostyashkina T. D. Landscape and recreation evaluation of recreation and health-improving forests in the Left-Bank Ukraine</i>	13
<i>Приходько О. Б., Пастернак В. П., Пивовар Т. С., Яроцький В. Ю., Лялін О. І. Особливості динаміки таксаційних показників і стану лісів у Придонецькому Степу в контексті зміни клімату</i> <i>Prihodko O. B., Pasternak V. P., Pyvovar T. S., Yarotskyi V. Yu., Lialin O. I. Features of forest mensuration characteristics and health condition dynamics in Prydonetsky Steppe of Ukraine: Climate change context</i>	23
<i>Румянцев М. Г., Кобець О. В., Лук'янець В. А., Мостепанюк А. А. Дубові насадження ДП «Харківська ЛНДС» та особливості формування природного поновлення в них</i> <i>Rumiantsev M. H., Kobets O. V., Luk'yanets V. A., Mostepanyuk A. A. Oak stands in the Kharkiv Forest Research Station and features of their natural regeneration</i>	33
<i>Ткач В. П., Румянцев М. Г. Стан і продуктивність штучних дубових насаджень Лівобережного Лісостепу України</i> <i>Tkach V. P., Rumiantsev M. H. Condition and productivity of planted oak stands in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine</i>	45
СЕЛЕКЦІЯ, ДЕНДРОЛОГІЯ	
<i>Дишко В. А., Усцький І. М., Торосова Л. О. Рання діагностика стійкості дерев сосни звичайної до ураження кореневою губкою</i> <i>Dyshko V. A., Ustskiy I. M., Torosova L. O. Early diagnosis of Scots pine trees for resistance to annosum root rot</i>	52
<i>Лось С. А., Сидоренко С. В., Григор'єва В. Г. Комплексне оцінювання гібридів дуба другого покоління селекції С. С. П'ятницького на Харківщині</i> <i>Los S. A., Sydorenko S. V., Hrygoryeva V. G. Comprehensive assessment of second-generation oak hybrids of S. S. Piatnytsky's selection in Kharkiv region</i>	59
<i>Нейко І. С., Нейко О. В., Василевський О. Г., Познякова С. І., Смашнюк Л. В., Єлісавенко Ю. А., Богословська М. С., Зленко О. П. Особливості застосування моделі «генотип – середовище» під час індивідуального відбору перспективних генотипів дуба звичайного (<i>Quercus robur</i> L.) у Правобережному Лісостепу</i> <i>Neyko I. S., Neyko O. V., Vasylevskiy O. G., Pozniakova S. I., Smashniuk L. V., Yelisavenko Yu. A., Bohoslovska M. S., Zlenko O. P. Features of the usage of the genotype-environment model in the individual selection of promising English oak (<i>Quercus robur</i> L.) genotypes in the Right-Bank Forest-Steppe</i>	67
<i>Смашнюк Л. В. Особливості росту кліматипів дуба звичайного в умовах Вінниччини</i> <i>Smashniuk L. V. Features of the growth of the English oak provenances in Vinnytsia region</i>	76
ЛІСОВІДТВОРЕННЯ, АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ, ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ	
<i>Андрусяк Ю. І. Вплив способу передпосівного зберігання жолудів дуба звичайного на рівень їхньої ґрунтової схожості та вихід стандартного садивного матеріалу</i> <i>Andrusyak Yu. I. The impact of English oak (<i>Quercus robur</i> L.) acorn storing methods on their germination and standard planting stock output</i>	85
<i>Висоцька Н. Ю., Даниленко О. М., Румянцев М. Г., Тарнопільський П. Б., Ющук В. С., Мостепанюк А. А., Рего М. З. Вплив комплексних добрив на ріст, стан і масу однорічних сіянців дуба звичайного в ДП «Харківська ЛНДС»</i> <i>Vysotska N. Yu., Danylenko O. M., Rumiantsev M. H., Tarnopilskyi P. B., Yushchuk V. S., Mostepaniuk A. A., Reho M. Z. Influence of multi-nutrient fertilizers on the growth, state and mass of one-year-old English oak seedlings in Kharkiv Forest Research Station</i>	88

ЕКОЛОГІЯ І МОНИТОРИНГ	
<i>Борсук О. А., Сидоренко С. Г.</i> Моніторинг пожеж у природних комплексах Чорнобильської зони відчуження і зони безумовного (обов'язкового) відселення під впливом російської агресії <i>Borsuk O. A., Sydorenko S. H.</i> Monitoring of wildfires in natural complexes of the Chornobyl Exclusion Zone and Compulsory Resettlement Zone under the influence of russian aggression	95
<i>Коваль І. М., Ворон В. П., Мельник Є. Є., Сидоренко С. Г.</i> Оцінювання та прогнозування пожежонебезпечних сезонів у Лівобережному Лісостепу дендрохронологічними методами <i>Koval I. M., Voron V. P., Melnyk Ye. Ye., Sydorenko S. H.</i> Assessment and prediction of fire-dangerous seasons in the Left-Bank Forest Steppe by means of dendrochronological methods	102
ЗАХИСТ ЛІСУ	
<i>Воробей А. Д.</i> Динаміка видового складу короїдів і їхніх хижаків із ряду Coleoptera у соснових насадженнях ДП «Жовтневе ЛГ» (Харківська обл.) у 2019–2022 рр. <i>Vorobei A. D.</i> Species composition dynamics for bark beetles and their predators from Coleptera family in pine stands of the Zhovtneve State Forest Enterprise (Kharkiv region) in 2019–2022	110
<i>Усцький І. М., Жадан І. В., Михайліченко О. А.</i> Динаміка та причини змін стану соснових насаджень різного віку Хмельницького ОУЛМГ за період 1992–2018 рр. <i>Ustskiy I. M., Zhadan I. V., Mykhailichenko O. A.</i> Dynamics and causes of changes in the condition of pine stands of different ages, managed by Khmelnytskyi Regional Department of Forestry and Hunting, during 1992–2018	117
ЕКОНОМІКА, МИСЛИВСТВОЗНАВСТВО	
<i>Торосов А. С., Жежкун І. М., Калашніков А. О., Харченко Ю. В.</i> Лісосировинна база заготівлі деревини в Україні до повномасштабної російської агресії <i>Torosov A. S., Zhezhkun I. M., Kalashnikov A. O., Kharchenko Yu. V.</i> Forest raw material base for wood production in Ukraine before the full-scale russian invasion	125
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ	134
ДОВІДКА РЕЦЕНЗЕНТА	136