



<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.36930/412609>
Article received 2025.12.22
Article revised 2026.04.16
Article accepted 2026.05.04
Article published 2026.05.22

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Vasyl Blystiv
vasyl.blystiv1@gmail.com
Boyarka, Kyiv region,
08150, Ukraine

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



УДК 630.165.44;232

Оцінювання попередніх результатів та особливості випробування потомств насінних об'єктів *Pinus sylvestris* L. в умовах південної межі Українського Полісся

В.І. Блистів¹, Р.Д. Васишлишин², І.Л. Будзінський³, Т.І. Протас⁴, А.В. Кроль⁵,
О.М. Мельник⁶

Створення нових об'єктів для досліджень спадкових характеристик крапчих (плюсових) дерев і популяцій в умовах адаптації лісового господарства до кліматичних змін – актуальна задача сьогодення лісового менеджменту. На південній межі Українського Полісся вже відчуваються негативні наслідки цих змін і подальша діяльність з лісовідновлення в регіоні потребує зусиль дослідників-селекціонерів і актуалізує оцінювання та обговорення відповідних підходів. Метою роботи є оцінювання за потомством об'єктів постійної лісонасінної бази сосни звичайної у ранньому віці та перспективність таких регіональних випробувань для селекційних програм.

Актуальність досліджень підсилюється мотивами впровадження загальноєвропейських підходів до підвищення багатofункціональної ролі лісів в Україні. Розглянуто напрям щодо використання синергії потомства синтетичних локальних популяцій з потомством місцевих популяцій для підвищення стійкості майбутніх лісів. Створення синтетичних міні-популяцій на основі потомства

¹ Блистів Василь Іванович – кандидат сільськогосподарських наук, директор. Державна організація «Український лісовий селекційний центр» Укрдержлісагентства, вул. Лісодослідна, 14, м. Боярка, 08150, Київська обл., Україна. E-mail: vasyl.blystiv1@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0801-7599>

² Васишлишин Роман Дмитрович – академік Лісівничої академії наук України, професор кафедри таксації лісу та лісового менеджменту, доктор сільськогосподарських наук. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, Україна. E-mail: rvasyls@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7268-8911>

³ Будзінський Ігор Леонідович – начальник управління лісового господарства та відтворення лісів. Державне агентство лісових ресурсів України. E-mail: i.budzinskiy@forest.gov.ua ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0298-5494>

⁴ Протас Тетяна Іванівна – завідувач ВП «Донецька ЛНЛ» ДО «Український лісовий селекційний центр», вул. Лісодослідна, 14, м. Боярка, 08150, Київська обл., Україна. E-mail: protasmal@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6474-3315>

⁵ Кроль Анатолій Віталійович – кандидат сільськогосподарських наук, т.в.о. директора. ВП НУБІП України «Боярська ЛДС», вул. Лісодослідна, 12, м. Боярка, 08150, Київська обл., Україна. E-mail: kroltolya@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8701-2070>

⁶ Мельник Олександр Миколайович – кандидат сільськогосподарських наук, заступник директора з науково-навчальної та інноваційної діяльності ВП НУБІП України «Боярська ЛДС», вул. Лісодослідна, 12, м. Боярка, 08150, Київська обл., Україна. E-mail: o_melnyk@nubip.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3967-4710>

лісонасінних плантацій та постійних лісонасінних ділянок пропонується, як один із варіантів поряд з адаптивною оцінкою місцевих популяцій сосни звичайної.

Подібний підхід результативно використовувався для випробовування сортів-популяцій (сортівипробні культури сосни звичайної) в умовах Лівобережного Лісостепу та його південної межі. Такий підхід також дає змогу удосконалити процедуру встановлення відповідності лісового репродуктивного матеріалу категорії «Випробуваний» вимогам Директиви 1999/105/ЄС від 22.12.1999 р. «Про маркетинг лісового репродуктивного матеріалу» та відповідного регламенту ЄС, що її замінює.

Практичною цінністю роботи є обґрунтування планування та створення мережі випробних культур функціональних базових об'єктів лісового насадництва у рамках селекційних програм розвитку лісового насадництва. У роботі акцентовано увагу на важливості інформації щодо створеного об'єкту з метою налагодження подальших комплексних досліджень.

Ключові слова: лісонасінні плантації; сортівипробування; лісовий репродуктивний матеріал; регіоналізація лісового репродуктивного матеріалу; типи лісу; випробні культури.

Вступ (Introduction).

Використання випробних культур для тестування насінних об'єктів постійної лісонасінної бази (ПЛНБ) в умовах прогнозованої активізації впливу екстремальних кліматичних чинників відкриває можливості щодо оцінювання адаптивної реакції добірних (постійні лісонасінні ділянки – далі ПЛНД) та синтетичних (лісонасінні плантації – далі ЛНП) локальних популяцій і вихідних плюсових дерев (далі ПД) сосни звичайної у регіоні випробовування, передусім на резистентність до посухи.

В умовах південної частини Київського Полісся (Дзвінківське л-во ВП НУБІП України «Боярська лісодослідна станція») створено та досліджуються географічні випробні культури (ВК) за інтенсивністю росту і збереженістю для ширшого (восьми областей) представництва провенієнцій Українського Полісся. Остання інформація (Fuchylo et al., 2023) підтверджує важливість експерименту для оцінювання впливу зміни клімату та вивчення адаптивної реакції різних походжень сосни звичайної. За даними цих же авторів, інформативність щодо достовірних розбіжностей за показниками виживання та продуктивності представництв за провенієнціями настає з 20-річного віку. Так, у віці 37 років найбільша частка виживання (36,2%) притаманна для представництв із Чернігівської обл., а найменша – із Львівщини (11,2%). У континентальніших умовах Харківщини відзначено кращу загальну збережуваність потомств у сортівипробних культурах – 46,7% у 20-річному віці (Терещенко, Дишко, 2019). Важливо зазначити, що в умовах Боярської ЛДС впродовж 80-90-х рр. минулого століття створено низку випробних та архівно-маточних об'єктів, одним із важливих напрямів дослідження яких стало вивчення їхнього потенціалу для можливостей плантаційного лісовирощування (Фучило та ін., 2006; Сбитна, Фучило, 2010; Шлончак, Лавренюк, 2025).

Подібні дослідження, пов'язані з сортівипробуванням лісових деревних видів проводились у сортівипробних культурах у Харківській області: штучних сортів-популяцій (Мажула, 2009), кандидатів у синтетичні сорти популяції (Дишко, Торосова, 2018) та кандидатів у синтетичні сорти-популяції (Терещенко, Дишко, 2019). Проаналізовано результати обмірів дерев у 3- та 10-річному віці (Мажула, 2009), 20-річному (Дишко, Торосова, 2018) та 5- і 20-річному віці (Терещенко, Дишко, 2019). Обидва досліджувані об'єкти закладено у 1999 р. в Гутянському, та на відстані близько 100 км у південно-східному напрямку – Зміївському лісгоспах, за однаковою методикою (Патлай, Молотков, 1997) з використанням в обох випадках дев'яти ідентичних потомств синтетичних популяцій (клонових лісонасінних плантацій – КНП) та постійної лісонасінної ділянки. Станом на 2009 р. ці ЛНП було зареєстровано як штучні сорти (Мажула, 2009), а їх випробовування проводилось з метою районування в умовах Харківщини (ТЛУ – B₂-C₂). Також варто відзначити, що Дишко і Торосова (2018) оцінювали смолопродуктивність дерев сосни звичайної, як фактора (ознака стану) біотичної стійкості (у цьому випадку – до пливу кореневої губки). У роботі Терещенко і Дишко (2019) наведено огляд результатів випробовування потомства подібних селекційних насінних об'єктів сосни звичайної в інших регіонах України, а також у Польщі і Білорусі.

Сьогодні цей дослідний доробок дає можливість оцінити стан об'єктів на фоні активного прояву екстремальних кліматичних чинників, що спостерігаються в останні десятиріччя (Паламарчук, Шедеменко, 2021). Автори обґрунтували тренд щодо подальшого зменшення річної суми опадів для рівнинної частини України. Такі тенденції сьогодні розраховано та візуалізовано на картах для основних деревних видів лісового покриву Європи, включно з

нанесенням об'єктів генозбереження *Pinus sylvestris* L. (Chakraborty et al., 2021).

Важливість досліджуваного питання також підкреслюється зміщенням акцентів лісокористування до принципів наближеного до природи лісівництва, концепція якого запропонована у новій Лісовій стратегії ЄС до 2030 р., та спрямована на акцентуванні ролі лісів у збереженні природи, підвищенні їхньої стійкості до кліматичних змін та забезпеченні багатофункціонального використання. Для українських лісів детальні дослідження з продуктивності та стійкості встановлено за результатами багаторічного системного моніторингу з використанням можливостей національної інвентаризації лісів (Buksha et al., 2023), розроблених кліматичних моделей (Швиденко та ін., 2018), використанням лісівничо-таксаційних і дистанційних методів оцінювання стійкості лісостанів сосни звичайної (Криницький та ін., 2021, 2023). Прикладом впровадження моніторингу лісових генетичних ресурсів лісотвірних деревних видів слугують підходи Bajcs et al. (2020) викладені у відповідних вказівках. У прийнятому нещодавно (21.05.2026 р.) Регламенті ЄС на заміну Директиви 1999/105/ЄС, регламентовано використання лісового репродуктивного матеріалу (ЛРМ) з метою збереження лісових генетичних ресурсів.

В Україні щодо вивчення реакції лісів на зміну клімату через встановлення зв'язків їхнього походження за випробними культурами також отримано перші результати (Журова, 2007; Гайда, 2014; Neyko et al., 2020). За період 2010-2014 рр. створено лише дві ділянки випробних культур сосни звичайної у Київській та Сумській областях (Терещенко та ін., 2014). Впродовж останніх десяти років (2024 р.) створено ще одну ділянку випробних культур у Київській обл. (Лубенське л-во Клавдієвської ЛДС). Очевидною є потреба у підготовці та впровадженні відповідних регіональних селекційних програм у цьому напрямі.

Втрата біотичної стійкості соснових лісостанів у зоні природного їх поширення, зокрема в Українському Поліссі, пов'язана, насамперед, з кліматичними чинниками (Букша та ін., 2017; Lovynska et al., 2021). Здебільшого причини втрати стійкості та загибелі лісостанів сосни звичайної мають комплексний характер – від негативного впливу зміни клімату до пов'язаних з цим інвазій шкідників, різних хвороб, розвитку кореневої губки, пошкодження дерев дикими тваринами (Ковальова та ін., 2018; Meshkova, 2021; Davydenko et al., 2021; Vysotska et al., 2025). Більшість висновків щодо впливу цих чинників зводяться до прогнозованого наслідку зменшення поширеності сосни звичайної у

межах природного ареалу, що також узгоджується з загальноєвропейською тенденцією (Buras & Menzel, 2019). У більшості дослідів щодо механізму адаптації сосни звичайної до екстремального кліматичного тиску в європейській частині ареалу акцентовано увагу на важливості скорочення періоду адаптації та механізмах закріплення адаптаційних змін (Savolainen et al., 2004; Gülcü & Bilir, 2017; Frischbier et al., 2019; Matisons et al., 2021), включаючи результати випробовування потомства плюсових дерев (Voitiuk et al., 2020).

Стверджується, що лісівнича практика навіть впродовж одного покоління лісу може суттєво впливати на швидкість змін в структурі популяцій за генотипом та фенотипом (Kremer, 2012; Lefèvre et al., 2014; Jimenez-Ramirez et al., 2021). Результат досягається, насамперед, через заміну частини місцевої популяції представництвом краще пристосованої чи більш збалансованої (самопідтримуючої) популяції (Bozzano et al., 2014), а також селекційними роботами у цьому напрямі з місцевим плюсовим матеріалом або комбінації цих двох напрямів. Передбачається, що штучне відтворення насаджень з використанням селекційно покращеного насіння може збільшити частку адаптованих генотипів у локальних популяціях основних лісотвірних видів до нових умов.

Існує думка щодо доцільності заміни насаджень сосни звичайної, які втратили біотичну стійкість, більш стійкими інтродукованими деревними видами. Проте є небезпідставні побоювання щодо підвищеної інвазійної активності окремих інтродукованих видів в лісових екосистемах, а, відповідно, ще більшого негативного тиску на місцеві популяції сосни звичайної (Dickie et al., 2014). Anderegg et al. (2016) висловлюють думку щодо незначного впливу відмирання дерев внаслідок кліматичних змін на локальну стабільність лісових екосистем. У цьому випадку необхідно враховувати компенсаторну роль адаптивної реакції, яка може мати у перспективі суттєве значення для відновлення стабільності рівноваги популяцій автохтонних лісотвірних видів (Bozzano et al., 2014). Отже, використання випробних культур для об'єктів постійної лісонасінної бази є актуальним питанням, має комплексне лісівниче значення та потребує подальшого планування і координації програм з їх створення та формування.

Мета дослідження полягає в оцінюванні за потомством об'єктів ПЛНБ сосни звичайної у ранньому віці, встановлення перспективності таких регіональних випробувань для запровадження селекційних програм.

Об'єкти і методика досліджень (Objects and methods).

Об'єкт дослідження – успадкування випробних ознак сосни звичайної потомством об'єктів ПЛНБ. *Предмет дослідження* – особливості росту і розвитку випробних культур насінних об'єктів сосни звичайної в умовах прогнозованої активізації впливу екстремальних кліматичних чинників.

Аналітичним оцінюванням охоплено об'єкти ПЛНБ сосни звичайної, представництво плюсових дерев яких відібрано за фенотипом з дотриманням вимог «Настанов з лісового насінництва» (Лось та ін., 2017). Об'єкти створено за вимогами діючої на той час нормативно-правової бази, основна вимога якої полягає у представництві на ЛНП не менше 20 клонів плюсових дерев. Об'єкти атестовані комісіями, знаходяться на відомчому обліку та відзначені у матеріалах лісовпорядкування. Відібрано чотири об'єкти ПЛНБ сосни звичайної, де клони плюсових дерев за різними варіантами схем змішування

знаходяться у репродуктивній стадії. Один об'єкт представлений потомством насінного походження місцевої метапопуляції. Дослідження проведено аналізом візуалізованих та параметричних характеристик стану насінних дерев сосни звичайної і територіального позиціонування для підібраних об'єктів за регіонами походження, мотиви та потребу виділення яких наведено у наших роботах (Блистів та ін., 2021; Данчук та ін., 2024) з використанням геоінформаційно-аналітичної системи управління лісовими ресурсами України Укрдержліспроєкту (<https://www.lisproekt.gov.ua/>) та електронної бази даних Державної організації «Український лісовий селекційний центр».

Насіння з об'єктів, для яких заплановано проведення тестування за потомством, заготовлено взимку 2024 р. і відібрано з відповідно сформованих партій для виробничого використання. Виробничі культури створено з садивного матеріалу, вирощеного з насіння, зібраного на об'єктах, місцезнаходження яких наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Походження лісового насіння, використаного для створення випробних культур сосни звичайної

Table 1. Origin of forest seeds for Scots pine trial crops

№ з.п.	Місце заготівлі				
	Область	Надлісництво ДП «Ліси України»	Лісництво	Об'єкт ПЛНБ	Квартал; виділ
1	Рівненська	Сарненське	Немовицьке	Клонова ЛНП	47; 7
2	Житомирська	Коростишівське	Коростишівське	Клонова ЛНП	34; 8
3	Київська	Іванківське	Розважівське	ПЛНД	46; 4-6, 8
4	Сумська	Тростянецьке	Тростянецьке	Клонова ЛНП	14; 1
5	Харківська	Гутянське	Володимирівське	Клонова ЛНП	107; 6

Станом на 1.01.2026 р. у лісах України зареєстровано 4747 плюсових дерев, зокрема сосни звичайної – 1318 шт., значна частина потомства яких представлена в ЛНП та архівах клонів. У табл. 2 наведено характеристики об'єктів, репродуктивне представництво яких використано для створення випробних культур.

Для створення об'єкту використано 4,5 тис. штук однорічних сіянців сосни звичайної із закритою кореневою системою для п'яти варіантів та 400 шт. сіянців сосни місцевого еко типу (контроль), отриманого з лісостану в умовах свіжого дубово-соснового субору. Площа створюваної ділянки (1,1 га) забезпечить для кожного варіанту збережуваність у віці 25-30 років не менше 200 дерев, а до віку стиглості – не менше 50 дерев (початкова густота – 800-1000 шт.) за схеми типового початкового розміщення рослин в умовах південної частини Київського Полісся 3 × 0,75 м. Випробні культури створено на території ВП НУБіП України «Боярська лісова дослідна станція» (Плесецьке лісництво, кв. 279, вид. 3)

(Протас та ін., 2025). Осінню інвентаризацію та попереднє параметричне оцінювання випробних культур здійснено у листопаді 2025 року.

Методика досліджень щодо комплексного оцінювання особливостей росту і розвитку ВК насінних об'єктів сосни звичайної враховує підходи, опрацьовані у низці наукових робіт (Молотков та ін., 1993; Гайда, 2014; Швиденко та ін., 2018; Дишко, Торосова, 2018; Лось та ін., 2019; Neyko et al., 2020). Було виміряно висоту сіянців та визначено середні показники для варіантів. Враховано особливості методичних підходів в умовах прогнозованої активізації впливу екстремальних кліматичних чинників, що описані в роботах Savolainen et al. (2004), Gülcü & Bilir (2017), Frischbier et al. (2019), Voitiuk et al. (2020), Matisons et al. (2021). Об'єкт розташований на південній межі території, де ймовірність настання критичної дії посух більша, ніж на всій іншій території походжень випробовуваних варіантів.

Таблиця 2. Характеристика об'єктів сосни звичайної, потомства яких випробовуються
Table 2. Characteristics origins in trial crops of Scots pine

№ з.п.	Площа об'єкта, га	Характеристика випробовуваних об'єкт та випробних культур	Діапазон представництва	Діляночні координати, тисячні у системі WGS-84
1	1,5	20 клонів з Волинської, Рівненської, Житомирської, Київської обл., розміщення 7 × 7 м	470 км у межах Західного та Київського Полісся	26.552°; 51.203°
2	2,5	20 клонів з Житомирської, Київської, Чернігівської та Черкаської обл., розміщення 8 × 8 м.	470 км у межах Західного, Київського та Чернігівського Полісся	28.981°; 50.441°
3	24,0	Локальна популяція, 14 років, атестована у 2021 р. як ПЛНД	40 км	29,653°; 50,948°
4	5,2	41 клон з Чернігівської, Сумської та Полтавської обл., 4 × 5 м, закладена у 1991 році	300 км у межах Східного Полісся	28.981°; 50.441°
5	0,9	29 клонів з Харківської обл., розміщення 5 × 5 м, закладена у 1999 році	180 км у межах Лівобережно-Дніпровського лісостепового та Лівобережно-Дніпровського пристепового	35.323°; 50.077°
6	1,1	У ВК представництво у двох повторностях, контроль – варіант № 6 у схемі змішування випробних культур	720 км діапазоні геокоординат 26,552° - 35,323° східної довготи	30.134°; 50.291°

Для виконання мети роботи використано методи емпіричних досліджень, зокрема, синтезу та узагальнення, лісівничо-таксаційні та аналітично-порівняльні методи.

Для інформування зацікавлених дослідників та простежуваності в подальшому історії встановлення відповідності, наведемо посилання на детальнішу інформаційну довідку: <https://ucfb.info/novini/novina/article/viprovuvannya-bazovikh-lisonasinnejvikh-obektiv-vazhlivii-etap-rozvitku-lisovoji-selekciji.html>. та довідкову інформацію щодо розміщення (походження) вихідних об'єктів для створення випробних культур у Боярській ЛДС: <https://ucfb.info/dovidkova-baza/korisna-informacija.html>.

Результати (Results).

Наведемо результати оцінювання випробних культур у розрізі п'яти досліджуваних об'єктів (див. табл. 2). Особливістю насінного об'єкту № 1 щодо створення КНП за вимогами Guidelines for forest seed production (Лось та ін., 2017) є те, що площа атестованої плантації менше рекомендованих розмірів, але вона примикає до подібного не атестованого об'єкту площею 2,2 га. Плантація створена в 1986 р. (індекс типу лісу – С_{3-2-0C}), початкове розташування рослин 7 × 7 м, змішування рівномірно-збалансоване ЛНП знаходиться у віковому діапазоні ослаблення репродуктивної здатності, але ще забезпечує

економічно вигідні обсяги виробничої заготівлі насінної сировини. Ізоляційних бар'єрів не дотримано, тому просторова ізоляція плантації сприяє проникненню пилку з навколишніх лісостанів, серед яких переважають пристиглі деревостани сосни звичайної I класу бонітету. Тому є потреба у встановленні вагомості впливу цього фактора, оскільки його наявність, ймовірно, може відігравати позитивну роль для підсилення екоадаптивних властивостей потомства у регіоні випробовування.

За результатами моніторингу встановлено задовільний санітарний стан насінних дерев сосни звичайної за показниками дефоліації та дехромації (Швиденко та ін., 2018; Buksha et al., 2023). Проте широке представництво проведення (рис. 1) у межах Західнополіського регіону поширення ЛРМ сосни звичайної (Данчук та ін., 2024) дає підстави прогнозувати у потомства значний рівень генетичної мінливості, а отже, високий адаптивний потенціал щодо впливу змін і стресових чинників навколишнього середовища. Оцінювання стану окремих клонів потребує проведення детальної інвентаризації, яка не передбачена чинною системою моніторингу. Її доцільно здійснювати додатково після визнання плантації об'єктом базового лісового репродуктивного матеріалу.

Особливістю насінного об'єкту № 2 є його знаходження у віковому діапазоні завершення

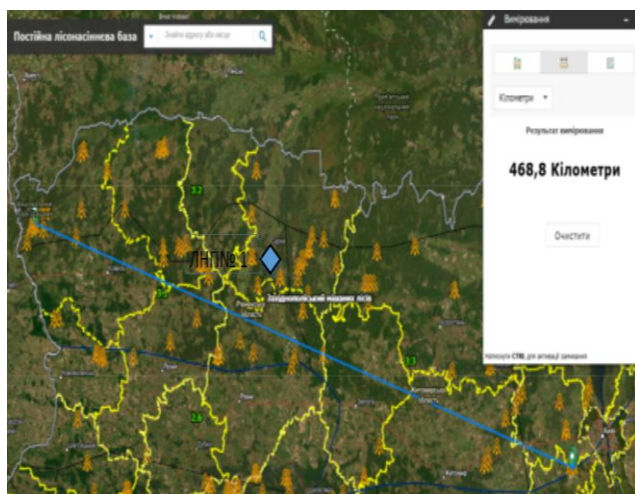


Рис. 1. Позиціювання об'єкта №1 до випробних культур та плюсових дерев сосни звичайної в умовах Західного і Київського Полісся

Fig. 1. Positioning of object No. 1 relative to test crops and positive trees of Scots pine in the conditions of Western and Kyiv Polissia

економічно вигідних обсягів виробничої заготовлі лісонасінної сировини. Атестовано частину створюваних плантацій, що знаходиться у центрі загального масиву, який складається з блоків, які поступово створювали щорічно. Площа атестованої плантації (місця збору) складається з двох блоків площею 1,0 та 1,5 га, які створено впродовж 1984 і 1985 років лісівниками Коростишівського л-ва (індекс типу лісу – $C_3-2-дС$). Площу об'єктів збільшено за рахунок не атестованих блоків, створених як клонові плантації перед і після 1984 року. Початкове розташування рослин становить 8×8 м, змішування рівномірно-збалансоване. Об'єкт оточений мішаними лісостанами з перевагою дуба звичайного I і II класів бонітету без значної домішки у складі сосни звичайної.

За результатами обстежень встановлено задовільний санітарний стан насінних дерев. Водночас широке географічне представництво провенієнцій (рис. 2) у межах східної частини Західнополіського регіону поширення лісового репродуктивного матеріалу сосни звичайної (Данчук та ін., 2024), Центральнополіського регіону грабово-дубових, дубових і дубово-соснових лісів, а також Київського правобережного округу грабово-дубових і дубово-соснових лісів дає підстави прогнозувати у потомства високий рівень генетичної мінливості та, ймовірно, значний адаптивний потенціал до змін і стресових чинників навколишнього середовища, зумовлений наявністю клонів плюсових дерев із південної частини зазначених регіонів походження.

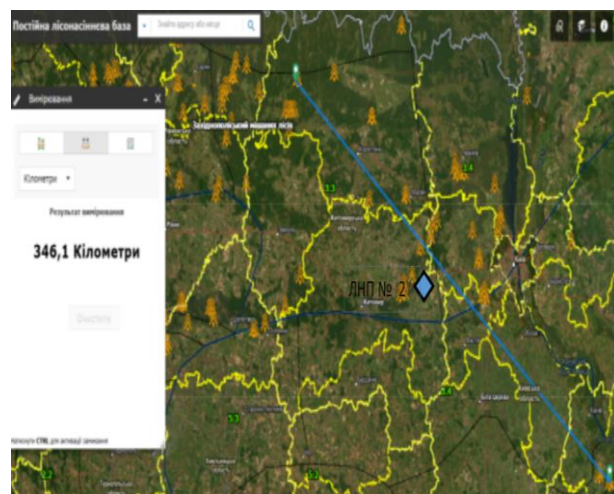


Рис. 2. Позиціювання об'єкта №2 до випробних культур та плюсових дерев сосни звичайної в умовах Житомирського і Київського Полісся

Fig. 2. Positioning of object No. 2 relative to test crops and positive trees of Scots pine in the conditions of Zhytomyr and Kyiv Polissia

Особливістю насінного об'єкту №3 є представництво на ділянці матеріалу локальних популяцій сосни звичайної Іванківського надлісництва. ПЛНД перебуває у стадії нарощування обсягів виробничого збору і має потенціал до використання впродовж наступних 20 років. Формування ділянки з декількох частин, які створювали садивним матеріалом різного місцевого походження дає підставу прогнозувати у потомства значний діапазон генетичної мінливості. Виробничі культури сосни звичайної створено впродовж 2010-2012 рр. на площі 31,4 га. Формування крон та прорідження насінного об'єкту розпочато у 2016 р., після чого ділянку атестовано у 2021 р. як дві ПЛНД на площі 24,0 та 7,4 га. Заготівлю насіння здійснено на ділянці площею 24 га (індекс типу лісу – $B_3-дС$). На час дослідження середня відстань між деревами становила 5-8 м. Об'єкт цікавий, як додатковий контроль на фоні оцінювання з контрольним варіантом Боярської популяції, представляючи популяцію, розташовану майже на сто кілометрів північніше.

За результатами моніторингу встановлено задовільний санітарний стан насінних дерев, проте діапазон популяційного представництва (рис. 3) у межах північної частини Київського правобережного округу грабово-дубових, дубово-соснових лісів регіону походження є незначним порівняно з іншими варіантами випробних культур.

Особливістю насінного об'єкту № 4 є розширене представництво клонів щодо створення КНП за вимогами Guidelines for forest seed

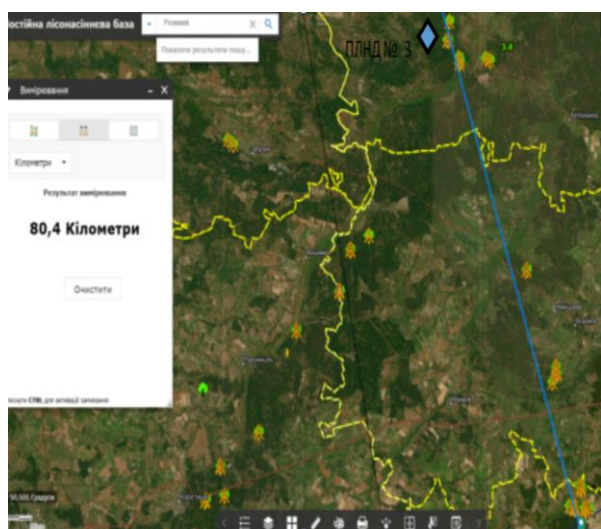


Рис. 3. Позиціювання об'єкта до випробних культур та плюсових дерев сосни звичайної в умовах північної частини Київського Полісся
Fig. 3. Positioning of the object relative to the test crops and positive Scots pine trees in the conditions of the northern part of Kyiv Polissia

production (Лось та ін., 2017). Плантація знаходиться у віковому діапазоні зменшення економічно вигідних обсягів виробничої заготівлі лісонасінної сировини, проте відзначається понаднормативною кількістю представництв (клонів), що забезпечує збереження генетичного різноманіття. Площа атестованої плантації (місця збору) складає 5.2 га. Плантацію створено у 1991 році, розміщення під час садіння – 4×5 м, змішування рівномірно-збалансоване (індекс типу лісу – $C_2\text{-лп-дС}$).

Особливістю об'єкту є наявність поряд іншої клонової плантації з меншим представництвом клонів, проте з ширшим охопленням частини ареалу сосни звичайної та декількох інших лісонасінних плантацій, створених у 90-х роках минулого століття. Об'єкти знаходяться порівняно недалеко, у зоні можливого впливу їхнього пилка. Оточуючі деревостани сосни звичайної характеризуються I та I^a класами бонітетів.

За результатами моніторингу встановлено задовільний санітарний стан насінних дерев сосни звичайної за візуальним оцінюванням показників дефоліації та дехромації. Широкий діапазон та походження представництв (рис. 4) у межах Лівобережно-поліського дубово-соснових, дубових, соснових лісів, Північного лівобережного липово-дубових лісів, Полтавського липово-дубових, соснових і дубово-соснових лісів регіонів походження ЛРМ сосни звичайної (Данчук та ін., 2024), дає підставу прогнозувати у потомства значний діапазон генетичної мінливості, а отже, високу прогнозованість адаптивної здатності до впливу стресових чинників довкілля.

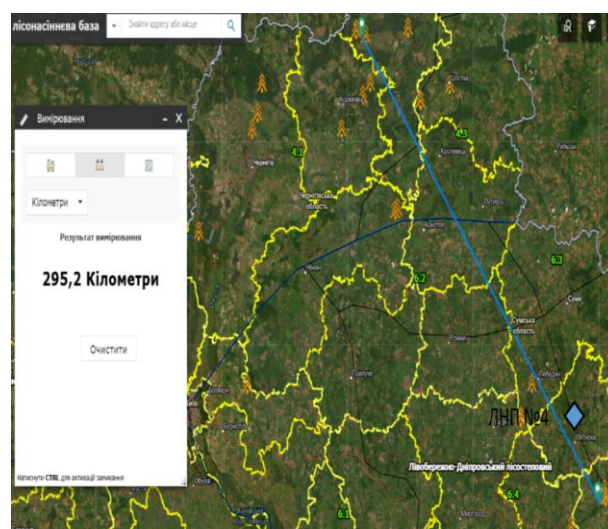


Рис. 4. Позиціювання об'єкту до плюсових дерев сосни звичайної в умовах східної частини Східного Полісся та Лівобережного Лісостепу

Fig. 4. Positioning of the object relative to the positive trees of Scots pine in the conditions of the eastern part of Eastern Polissia and the Left Bank Forest-Steppe

Об'єкт № 5 площею 0,9 га знаходиться в осередку клонових ЛНП, створених впродовж 1997-2001 рр. загальною площею 7,5 га. Плантація створена в 1999 р. у типі лісу $B_2\text{-дС}$ з початковим розташуванням рослин 5×5 м та рівномірно-лінійним змішуванням. Оточуючі деревостани представлені дубом звичайним, ростуть за II класом бонітету у типі лісу $C_2\text{-лп-дС}$. Особливістю об'єкта є широке географічне представництво суміжних плантацій, що охоплює значну частину природного поширення сосни звичайної.

Також варто відзначити представництво клонів з південної частини Харківського дубових, липово-дубових лісів регіону походження ЛРМ сосни звичайної, що може сприяти підвищенню адаптаційних властивостей до посухи у випадку переміщення садивного матеріалу у північно-західному напрямку.

За результатами моніторингу встановлено задовільний санітарний стан насінних дерев на основі візуального оцінювання показників дефоліації та дехромації. Широкий діапазон та походження представництв (рис. 5) у межах Харківського дубових, липово-дубових лісів регіону походження ЛРМ сосни звичайної по межі з Лівобережно-Дніпровським пристеповим регіоном поширення дає підставу прогнозувати у потомства значний діапазон генетичної мінливості, а отже, високу прогнозованість адаптивної здатності потомства до впливу стресових чинників довкілля.

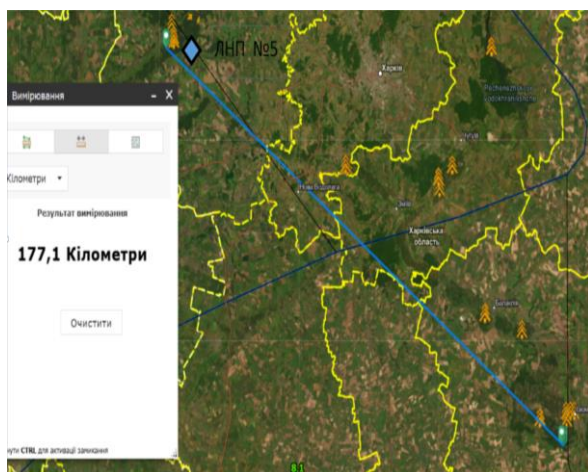


Рис. 5. Позиціювання об'єкту №5 щодо до плюсових дерев сосни звичайної в умовах східної частини Лівобережного Лісостепу
Fig. 5. Positioning of object No. 5 relative to the positive Scots pine trees in the conditions of the eastern part of the Left Bank Forest-Steppe

За результатами аналізу вище зазначених об'єктів ПЛНБ сосни звичайної пропонується підхід щодо планування і створення мережі випробних культур у рамках селекційних програм розвитку лісового насадництва. Під час такої роботи доречно ретельно оцінити діапазон представництва плюсових дерев на КНП, потомство яких планується випробувати у відповідному регіоні походження. Попереднє оцінювання простежуваності на прикладі вищенаведених об'єктів (рис. 2-5) виявили окремі

розбіжності між даними обліку ПЛНБ, атестаційних паспортів та матеріалами останніх базових лісовпорядкувань. У подальшому, зі зміщенням акцентів у використанні лісового репродуктивного матеріалу, для визнання клонових насінних плантацій базовим лісовим матеріалом ключового значення набуватимуть оцінювання відповідності походження, схеми змішування та збереження походження клонів.

У листопаді 2025 р. на об'єкті Боярської ЛДС проведено осінню інвентаризацію та попереднє параметричне оцінювання випробних культур за варіантами (табл. 3). Інформацію щодо створення ВП частково висвітлено у публікаціях Протас та ін. (2025, 2025а). Оцінювання відношення висот варіантів до контролю не проводили внаслідок використання для нього сіянців такого ж віку, але з відкритою кореневою системою, що впродовж першого вегетаційного періоду могло позначитись на рості у висоту і на приживлюваності.

За результатами обстеження, середня збережуваність рослин становила 86,7%, яка для умов Київщини є близькою до нормативної. Виняток становить блок «Суми 1», де внаслідок закладання додаткових садивних місць під час садіння приживлюваність перевищила 100%. Встановлено незначні пошкодження копитними, незважаючи на те, що ділянка на час обстежень була огорожена. Порівняння середніх значень висот на фоні приживлюваності добре ілюструє рис. 7.

Таблиця 3. Результати обмірів висоти сіянців за провенієнціями у 2-річному віці
Table 3. Results of measurements of height of 2-years-old seedlings by provenance

Блок, провенієнція	К-сть обмірів, шт.	Збережуваність, %	Середнє значення, см	Середнє відхилення, см	Стандартне відхилення, см	Помилка стандарт. відхилення
Рівне 1	46	86,79	17,97	2,55	3,17	1,06
Рівне 2	54	90,00	16,50	0,83	1,25	0,42
Рівненська	100	88,50	17,23	Різниця з середнім «для всіх» – «+» 0,34		
Житомир 1	51	85,00	19,70	2,30	2,76	0,92
Житомир 2	47	78,33	16,68	3,23	4,05	1,35
Житомирська	98	81,5	18,19	Різниця з середнім «для всіх» – «+» 1,3		
Київ 1	51	85,00	16,35	3,18	3,80	1,27
Київ 2	48	80,00	13,77	1,22	1,54	0,51
Київська	99	82,50	15,06	Різниця з середнім «для всіх» – «-» 1,83		
Суми 1	62	103,33	17,91	1,65	2,14	0,71
Суми 2	55	91,67	15,57	2,06	2,94	0,98
Сумська	117	97,5	16,74	Різниця з середнім «для всіх» – «-» 0,15		
Харків 1	48	80,00	17,85	2,94	3,74	1,25
Харків 2	52	86,67	16,58	2,37	3,08	1,03
Харківська	100	83,60	17,21	Різниця з середнім «для всіх» – «+» 0,32		
Середнє для всіх		86,68	16,89	Не обчислювались		

Порівняння висот сіянців на цьому етапі (у рік створення) для встановлення екоадапційних особливостей за окремими провенієнціями не може бути інформативним, тому детальне статистичне оцінювання не проводили. Однак варто зазначити, що найвищими є сіянці Житомирського походження і найнижчими – Київського. На цей результат (на ранній стадії оцінювання) могли вплинути селекційні властивості насіння. Так, київське представництво створене з нормального насіння, а інші – з покращеного. Про

таку особливість за ранньої діагностики ознак плюсових дерев за однорічними сіянцями для Боярської популяції відзначено у роботі Сбитної і Фучила (2010). Щодо представництв з покращеного насіння, то значення висоти сіянців серед різних варіантів знаходяться на відносно однаковому рівні, а попередні результати достовірного значення висот рослин можуть бути встановлені не раніше ніж через п'ять років на основі ранніх тестів або планової інвентаризації (Яцик, 2006; Митроченко та ін., 2010; Лось та ін., 2019).

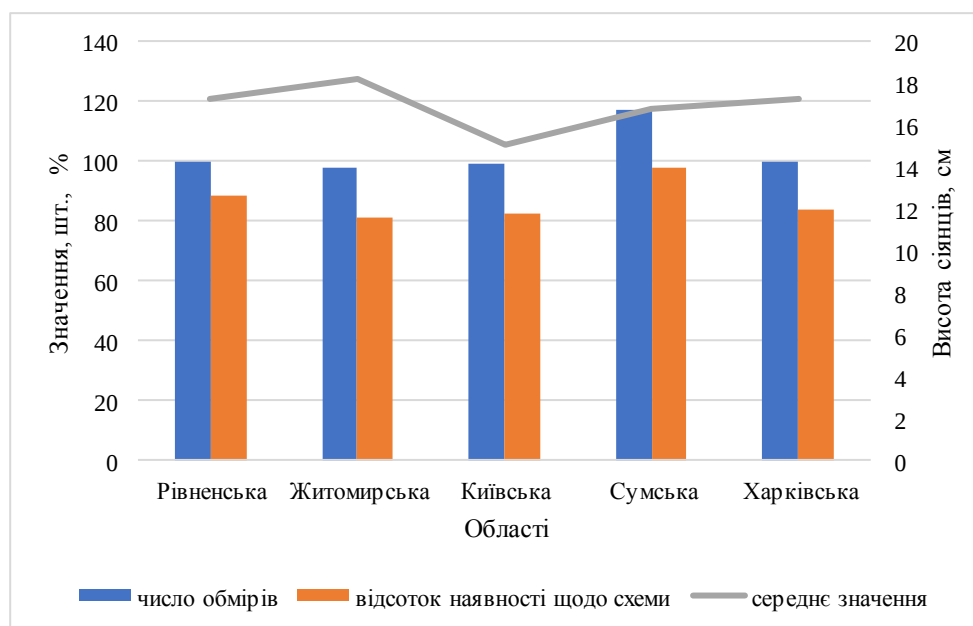


Рис. 7. Результати обмірів висаджених сіянців після осінньої інвентаризації
Fig. 7. Results of measurements of planted seedlings after the autumn inventory

Дискусія (Discussion).

Генетико-селекційні роботи у лісових фітоценозах України відбувалися за такими пріоритетними напрямками досліджень: географічним; фенотиповим; генетико-популяційним; морфолого-фізіологічним (Криницький та ін., 2022). На основі традиційних способів ідентифікації генотипів деревних рослин (морфолого-анатомічних, фізіологічних і біохімічних) у цих напрямках досягнуті вагомі теоретичні і практичні результати щодо створення та подальшого дослідження випробних і географічних культур (Патлай, 1965; Молотков та ін., 1989; Патлай, Молотков, 1997; Дебринюк та ін., 1998; Білоус, 2003; Яцик, 2006; Мажула та ін., 2008; Мажула, 2009; Митроченко, 2009; Яцик та ін., 2012; Krynytskyi et al., 2017; Лось та ін., 2017, 2019; Дишко, Торосова, 2018; Nayda et al., 2019; Терещенко, Дишко, 2019; Криницький та ін., 2021, 2023). Ці напрями потребують постійного оновлення даних обмірів та їхнього аналізу, моніторингу існуючих та новостворених об'єктів. В умовах адаптації лісового господарства до кліматичних змін актуальним є комплексне поєднання геогра-

фічних і випробних культур, створення нових дослідних об'єктів такого типу та вдосконалення методичних підходів до їх закладання. За таких підходів виокремлюють два базові напрями випробувань: оцінювання передачі спадкових властивостей у визначених умовах та оцінювання росту в різних еколого-географічних умовах. Рекомендації зі створення відповідних об'єктів опрацьовано за джерелами Молотков та ін. (1993), Патлай (1965), Патлай, Молотков (1997), Білоус (2003), Журова (2007), Лось та ін. (2017, 2019) та відомчими матеріалами у випадку створеного випробних культур на території Боярської ЛДС (Блистів та ін., 2025).

Випробні культури повинні слугувати об'єктом для отримання елітного та сортового матеріалу, отримання категорії лісового репродуктивного матеріалу "протестований" відповідно до Council Directive 1999/105/EC. Географічні ж культури покликані достовірно засвідчити міжпопуляційну різницю для встановлення меж насінних зон (лісонасінного районування) чи регіонів походження для поширення лісового репродуктивного матеріалу. Для останніх також

запропоновано варіанти встановлення меж місцевих популяцій лісотвірних деревних видів на основі геоботанічного районування (Данчук та ін., 2024), які виявлятимуть високу стійкість до негативної дії стресових чинників довкілля.

Відомо, що насіння для створення еколого-географічних (еколого-популяційних) культур заготовляють в декількох типах лісу випробовуваного кліматипу (випробовуваних популяцій в межах лісонасінного району); насіння для сортовипробовування заготовляють з кандидатів у сорти і можуть випробовувати у різних еколого-географічних умовах (Білоус, 2003; Яцик та ін., 2012). Результати вивчення випробних культур об'єктів ПЛНБ різного географічного походження також можуть використовуватися для уточнення лісонасінного районування та перспективи отримання районованих сортів-популяцій (Дебринюк та ін., 1998; Гайда, 2014а; Krynytskyu et al., 2017). З переходом до європейської практики використання у відтворенні лісів лісового репродуктивного матеріалу, виникатимуть окремі дискусійні питання щодо відповідності понять селекційних категорій лісового насіння та категорій лісового репродуктивного матеріалу і відповідно до них – критеріїв атестації об'єктів ПЛНБ та визнання лісового базового матеріалу. Напрямок використання випробних культур охоплює як сортовипробовування з метою отримання сортового насіння, так і оцінювання лісового репродуктивного матеріалу категорії «протестований». Залучення до випробувань потомства, що репрезентує генетичне різноманіття популяцій, або потомства цінного генофонду має визначатися пріоритетами відповідних селекційних програм.

Отже, насіння з об'єктів ПЛНБ апіорі вже належить до поліпшеного, оскільки отримане безпосередньо або опосередковано від потомства кращих дерев локальних популяцій певного регіону. Цей аспект забезпечує вищу вихідну генетичну якість і, відповідно, високу лісівничо-селекційну цінність отриманого репродуктивного матеріалу. Логічно, що такі дерева вже є адаптованими до умов місцезростання, але потребують випробувань за потомством на продуктивність та якість у різних умовах. Дерев, які успішно пройшли таке випробування залучають до створення ЛНП вищого рівня, проте постає питання кількісного представництва клонів в плантаціях (Bilous, 2003) з метою збереження потомством адаптивних функцій. У Латвії, Фінляндії та деяких інших країнах вже багато років користуються покращеним насінням з лісонасінних плантацій II генерації (покоління), проте його характеристики щодо збереження генетичного різноманіття чи адаптивної спро-

можності до змін навколишнього середовища відсутні. Щодо географічних культур, де використовують загальний (популяційний) збір із забезпеченням генетичного різноманіття, такі висновки відомі (Білоус, 2003; Гайда, 2014).

У нашому випадку, на початковій стадії випробувань можна підтвердити кращі результати росту сінців за висотою для покращеного насіння у порівнянні з нормальним, проте це є загально прийнятою нормою у лісовому насінництві. Результати досліджень щодо ймовірності додаткового впливу у польових умовах критичної дії кліматичних чинників (наприклад, сильних посух) впродовж першого року вирощування іншими дослідниками не фіксувалися, оскільки тут провідну роль відіграють чинники своєчасних доглядів та забезпечення нормативної приживлюваності.

Вирішення проблеми ослаблення чи фрагментування локальних популяцій підсиленням їх генетичного різноманіття через внесення додаткової спадкової інформації з синтетичних локальних популяцій – один із потенційних напрямів, який визначає комбінацію підходів до створення географічних і випробних культур (Quegwer et al., 2024; Li et al., 2024), проте також потребує застосування окремої методики за регіонами поширення сосни звичайної в Україні. Нами у процесі створення таких комбінованих випробних культур потомств ЛНП і ПЛНД плантаційного типу різного географічного походження розглянуто такі можливості. В експерименті в межах Боярської ЛДС подальшими дослідженнями, у зв'язку з глобальною зміною клімату, доцільно оцінити адаптивну здатність сосни звичайної та її синтетичних міні-популяцій до нових умов середовища, визначити допустимі межі переміщення репродуктивного матеріалу, встановити найкращі популяції для вирощування їх потомства у конкретних регіонах (Johansson et al., 2013). За результатами досліджень, перенесення насіння на південь може призвести до погіршення показників росту, тоді як перенесення на північ часто сприяє інтенсифікації ростових процесів (König, 2005; Liesebach et al., 2001). Перенесення рослинного матеріалу на північ корегує весняний ріст, зменшуючи ризик пошкодження приморозками пізньої весни та раннього літа, продовжуючи ріст до осені.

Окрім того, позитивну тенденцію спостережено під час перенесення насіння зі сходу на захід, оскільки ареали лісових деревних видів змінюються саме зі сходу на захід та з півдня на північ. Варто зазначити, що це питання також дискусійне і потребує досліджень у конкретних умовах з конкретним представництвом селекційної категорії лісового насіння. Тому,

мотивами цього довготривалого експерименту в Україні також є перевірка цих гіпотез в умовах південної частини Київського Полісся. Планується простежити переміщення насіння харківського та сумського походжень зі сходу на захід, одночасно випробувавши об'єкти, що охоплюють ширший географічний діапазон природного поширення сосни звичайної – від Житомирської та Рівненської областей на північному заході до східних регіонів України. Крім того, передбачається оцінити ріст потомства північнішого походження в умовах Київської області.

За завданням Держлісагентства, галузеві наукові установи нині здійснюють підготовку показників розвитку лісового насінництва до 2035 року. У цьому контексті включення до них заходів зі створення випробних культур має важливе лісівниче значення (Блистів та ін., 2025). Обґрунтовуючи як методичними аспектами сортовипробування, так і потребами тестування базового лісового матеріалу включно з передачею його екоадаптаційної складової потомству, можна запропонувати створення мережі випробних культур на основі забезпечення відповідного наукового супроводу.

Приклад акцентування результатів такого підходу викладено у роботі (Терещенко, Дишко, 2019), де оцінено результати випробувань потомства ЛНП сосни звичайної, які отримано в умовах наближеної південної межі Лісостепу (Зміївське надлісництво) та можливі до порівняння результати з подібним випробуванням значно північніше – у Гутянському надлісництві.

Дослідженнями (Мажула, 2009) підтверджено, що у 20-річному віці найнижчі показники за комплексною оцінкою в сортовипробних культурах мають потомства походжень із Волинської та Рівненської областей. З огляду на це, під час створення лісових насінних плантацій, що належатимуть до об'єктів базового лісового матеріалу для отримання лісового репродуктивного матеріалу категорії «кваліфікований», доцільно враховувати не лише їх цільове господарське призначення та результати районування сортів, а й принципи регіоналізації, які для цієї категорії матеріалу не регламентуються положеннями Директиви 1999/105/ЄС.

Отже, у зв'язку з прогнозованими змінами клімату та акцентуванні уваги на використанні сортів у лісовому господарстві, у науковому середовищі підтримується ідея використовувати насіння з об'єктів постійної лісонасінної бази, як селекційно покращеного і такого, що має цінні генетичні властивості для урівноваження критичного стану маргінальних частин місцевих попу-

ляцій (Патлай, Молотков, 1997; Терещенко, Дишко, 2019; Лось та ін., 2017, 2019). Цей напрям називають екоадаптивним до зміни клімату, основні ідеї якого висвітлено у низці робіт (Kremer et al., 2012; Lefèvre et al., 2014; Bozzano et al., 2014 та ін.). Такий підхід забезпечує підвищення ймовірності формування нових генетичних комбінацій, що є характерним для синтетичних міні-популяцій, сприяє поширенню найбільш адаптованих генотипів, виявлених за результатами випробувань, а також збереженню генетичного різноманіття завдяки цільовому підсиленню локальних популяцій в умовах зростаючого стресового навантаження.

Висновки (Conclusions).

1. Пропозиція до випробування адаптивних можливостей синтетичних міні популяцій сосни звичайної в умовах змін клімату має багатофакторний характер. Перевірка висунутих гіпотез у довготривалих польових експериментах дасть змогу оцінити перспективи використання таких популяцій для зменшення негативних наслідків скорочення поширення сосни звичайної в зоні Лісостепу та підвищення адаптивного потенціалу її місцевих популяцій у південній частині Полісся.

2. Територіальний діапазон представництва (більше сімсот кілометрів вздовж південної межі Полісся з Лісостепом) дає вагому підставу очікувати результативність випробувань різних провенієнцій щодо вироблення адаптивних якостей до критичної дії кліматичних чинників.

3. Попередні результати обстеження створених випробних культур підтверджують цінність покращеного лісового насіння, яка забезпечує кращі показники початкового росту потомства та є важливою передумовою формування високопродуктивних і біотично стійких деревостанів.

4. Аналіз результатів сортовипробування сосни звичайної в Україні свідчить, що в окремих випадках географічне походження насіння має більший вплив на ріст потомства, ніж його селекційна категорія. Цей аспект необхідно враховувати під час розроблення нормативно-правових документів щодо регіоналізації використання лісового репродуктивного матеріалу в процесі гармонізації національного законодавства з європейськими вимогами.

5. Результати досліджень випробних культур, створених на основі об'єктів ПЛНБ різного географічного походження, доцільно надалі аналізувати у взаємозв'язку з даними моніторингу їхнього стану та репродуктивної здатності, а також стану плюсових дерев, клони яких формують їхній генофонд. Такий дослідний

об'єкт становить значний інтерес для комплексних еколісівничих і селекційних досліджень, потребує поглибленого оцінювання варіантів різного походження, постійного моніторингу та систематичного наукового супроводу.

Список літератури (References)

- Anderegg, W. R. L., Martinez-Vilalta, J., Cailleret, M., Camarero, J. J., Ewers, B. E., Galbraith, D., ... Trotsiuk, V. (2016). When a tree dies in the forest: scaling climate-induced tree mortality to ecosystem water and carbon fluxes. *Ecosystems*, 19, 1133–1147. <https://doi.org/10.1007/s10021-016-9982-1>
- Bajc, M., Aravanopoulos, F., Westergren, M., Fussi, B., Kavaliauskas, D., Alizoti, P., Kiourtsis, F. & Kragher, H. (2020). Manual for forest genetic monitoring. Slovenian Forestry Institute, *Silva Slovenica Publishing Centre*. <https://doi.org/10.20315/SFS.167>
- Bilous, V. (2003). *Forest breeding*. Uman. [Білоус, В. І. (2003). *Лісова селекція*. Умань. 534 с.] (in Ukrainian)
- Blystiv, V. I., Nevmerzhytskyi, O. M., & Kuklyshyn, V. O. (2025). Priorities for planning and regulation of forest seed production. In *Main tasks of forest science for implementing close-to-nature forestry in the mountain forests of the Ukrainian Carpathians: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference* (pp. 149–154). Ukrainian Research Institute of Mountain Forestry. <https://doi.org/10.32718/zbirnyk-ukrndigirlis-1>. [Блистів, В. І., Невмержицький, О. М., Куклишин, В. О. (2025). Пріоритети планування та вноормування лісового насадництва. *Основні завдання лісівничої науки щодо ведення лісового господарства на засадах наближеного до природи лісівництва в гірських лісах Українських Карпат*: матеріали Міжнарод. наук.-практ. конф., м. Івано-Франківськ: УкрНДІгірліс, 149–154] (in Ukrainian)
- Blystiv, V. I., Yurkiv, Z. M., Neiko, I. S., & Matusiak, M. V. (2021). Practical aspects of improving forest seed zoning. *Agriculture and Forestry*, 21, 140–157. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-13> [Блистів, В. І., Юрків, З. М., Нейко, І. С., Матусяк, М. В. (2021). Практичні аспекти удосконалення лісонасінного районування. *Сільське господарство та лісівництво*, 21, 140–157] (in Ukrainian)
- Bozzano, M., Jalonen, R., Thomas, E., Boshier, D., Gallo, L., Cavers, S., ... Loo, J. (2014). Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species. *State of the World's Forest Genetic Resources – Thematic Study*. FAO/Bioversity International 281 p. ISBN 978-92-5-108469-4. <https://cgspace.cgiar.org/items/17dc2d09-546c-423f-a259-db418ab70cf6>
- Buksha, I., Pyvovar, T., Bondaruk, M., Pasternak, V., & Krakovska, S. (2023). Vulnerability assessment of Ukrainian forests as the basis of nature-based solutions for mitigation and adaptation to climate change. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 25, 138–145. <https://doi.org/10.15421/412311>
- Buksha, I., Bondaruk, M., Tselyshchev, O., Pyvovar, T., Buksha, M., & Pasternak, V. (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. <https://jnas.nbuv.gov.ua/article/UJRN-0000827863> [Букша І. Ф., Бондарук М. А., Целіщев О. Г., Пивовар Т. С., Букша М. І., Пастернак В. П. (2017). Прогноз життєздатності сосни звичайної і дуба звичайного у разі зміни клімату в рівнинній частині України. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 130, 146–158] (in Ukrainian)
- Buras, A., & Menzel, A. (2019). Projecting tree species composition changes of European forests for 2061–2090 under RCP 4.5 and RCP 8.5 scenarios. *Frontiers in Plant Science*, 9, Article 1986. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01986>
- Chakraborty, D., Móricz, N., Rasztovits, E., Dobor, L. & Schueler, S. (2021). Provisioning forest and conservation science with high-resolution maps of potential distribution of major European tree species under climate change. *Annals of Forest Science*, 78(2), 26. <https://doi.org/10.1007/s13595-021-01029-4>
- Council Directive 1999/105/EC of 22 December “On the marketing of forest reproductive material”. Draft Law of Ukraine No. 9116 “On forest reproductive resources”. <https://ucfb.info/informacija/publicna-informacija.html> [Директива 1999/105/ЄС «Про маркетинг лісового репродуктивного матеріалу» від 22 грудня 1999 року. Проект ЗУ № 9116 “Про лісові репродуктивні ресурси”]. (in Ukrainian)

- Davydenko, K., Vasaitis, R., Elfstrand, M., Baturkin, D., Meshkova, V., & Menkis, A. (2021). Fungal communities vectored by *Ips sexdentatus* in declining *Pinus sylvestris* in Ukraine: focus on occurrence and pathogenicity of ophiostomatoid species. *Insects*, 12(12), article number 1119. <https://doi.org/10.3390/insects12121119>.
- Danchuk, O., Blystiv, V., Yurkiv, Z., & Vovchanskyi, V. (2024). Forestry features of regionalization of forest reproductive material. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 26, 89–101. <https://doi.org/10.15421/412406> [Данчук, О., Блистів, В., Юрків, З., Вовчанський, В. (2024). Лісівничі особливості регіоналізації лісового репродуктивного матеріалу. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 26, 89–101]. (in Ukrainian)
- Debrynyuk, Yu., Kalinin, M., Guz, M., & Shablii, I. (1998). *Forest seed production*. Lviv: Svit. [Дебринюк, Ю. М., Калінін, М. І., Гузь, М. М., Шаблій І. В. (1998). *Лісове насінництво*. Львів: Світ. 432 с.] (in Ukrainian)
- Dyshko, V., & Torosova, L. (2018). A comprehensive assessment of candidates to synthetic variety-populations in the Scots pine variety tests in Gutianske Forest Enterprise. *Forestry and Forest Melioration*, 132, 57–65. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.132.2018.57> [Дишко, В. А., Торосова, Л. О. (2018). Комплексне оцінювання кандидатів у синтетичні сорти-популяції в сортовипробних культурах сосни звичайної в ДП «Гутянське лісове господарство». *Лісівництво і агролісомеліорація*, 132, 57–65] (in Ukrainian)
- Dickie, I. A., Bennett, B. M., Burrows, L. E., Nuñez, M. A., Peltzer, D. A., Porté, A., ... van Wilgen, B. W. (2014). Conflicting values: Ecosystem services and invasive tree management. *Biological Invasions*, 16(3), 705–719. <https://doi.org/10.1007/s10530-013-0609-6>
- Frischbier, N., Nikolova, P. S., Brang, P., Klumpp, R., Aas, G., & Binder, F. (2019). Climate change adaptation with non-native tree species in Central European forests: Early tree survival in a multi-site field trial. *European Journal of Forest Research*, 138(6), 1015–1032. <https://doi.org/10.1007/s10342-019-01213-2>
- Fuchylo, Ya., Onyskiv, M., & Sbytina, M. (2006). *Biological and technological foundations of plantation forestry*. Kyiv: National Research Center “Institute of Agrarian Economy”. 394 p. [Фуцило, Я. Д., Ониськів, М. І., Сбитна, М. В. (2006). *Біологічні та технологічні основи плантаційного лісовирощування*. Київ: ННЦ ІАЕ. 394 с.] (in Ukrainian)
- Fuchylo, Ya., Hayda, Yu., Ivanyuk, I., Mazhula, O., & Ivaniuk, T. (2023). Provenance tests of *Pinus sylvestris* L.: Estimation at the age of the half-rotation period. *Scientific Horizons*, 26(7), 34–44. <https://doi.org/10.48077/scihor7.2023.34>
- Gülcü, S., & Bilir, N. (2017). Growth and survival variation among scots pine (*Pinus sylvestris* L.) provenances. *International Journal of Genomics*, 2017, article number 1904623. <https://doi.org/10.1155/2017/1904623>
- Haida, Yu. (2014). Geographical cultures as a tool for studying the response of forest tree species to climate change. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 24(9), 8–14. https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2014/24_9/index.htm [Гайда, Ю. І. (2014). Географічні культури як інструмент вивчення реакції лісових деревних видів на зміни клімату. *Науковий вісник НЛТУ України* 24(9), 8–14] (in Ukrainian)
- Hayda, Yu. (2014a). Plus Trees of Pedunculate Oak and Sessile Oak as Objects of Conservation of Genetic Resources *in Situ*. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 24(11), 20–26. https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2014/24_11/index.htm [Гайда, Ю. І. (2014a). Плюсові дерева дуба звичайного та скельного як об’єкти збереження генетичних ресурсів *in Situ*. *Науковий вісник НЛТУ України*, 24(11), 20–26] (in Ukrainian)
- Hayda, Yu., Los, S., Yatsyk, R., Tereshchenko, L., Shlonchak, G., Mytrochenko, V., Neyko, I., Samodai, V., Smashnyuk, L., Klisz, M., & Mohytych, V. 2019. Seed orchards in Ukraine: past, present and prospects for the future. *Folia Forestalia Polonica, Series A. Forestry*, 61(4), 284–298. <https://doi.org/10.2478/ffp-2019-0028>
- Hayda, Y., Los, S., Tereshchenko, L., Shlonchak, H., & Mytrochenko, V. (2025). Forest tree breeding based on individual selection in Ukraine: quo vadimus? *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 28, 136–148. <https://doi.org/10.15421/412511> [Гайда, Ю. І., Лось, С. А., Терещенко, Л. І., Шлончак, Г. А., Митроченко, В. В. (2025). Лісова селекція на основі індивідуального відбору в Україні: quo vadimus? *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 28, 136–148] (in Ukrainian)
- Jimenez-Ramirez, A., Grivet, D., & Robledo-Arnuncio, J. J. (2021). Measuring recent effective gene flow among large populations in *Pinus sylvestris*: Local pollen shedding does not

- preclude substantial long-distance pollen immigration. *PLoS ONE*, 16(8), e0255776. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255776>
- Johansson, K., Ring, E., & Högbom, L. (2013). Effects of pre-harvest fertilization and subsequent soil scarification on the growth of planted *Pinus sylvestris* seedlings and ground vegetation after clear-felling. *Silva Fennica*, 47(4), article 1016. <https://doi.org/10.14214/sf.1016>.
- Kovaleva, V., Yusipovich, Y., Shalovilo, Y., Grunyk, N., & Gut, R. (2018). Differentiation of pine genotypes by polymorphism of the length of introns of defensin genes. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 28(8), 40–44. <https://doi.org/10.15421/40280808>. [Ковальова, В., Юсипович, Ю., Шаловило, Ю., Груник, Н., Гут, Р. (2018). Диференціація генотипів сосни звичайної за поліморфізмом довжини інтронів генів дефензинів. *Науковий вісник НЛТУ України*, 28(8), 40–44] (in Ukrainian)
- König, A. O. (2005). Provenance research: Evaluating the spatial pattern of genetic variation. In T. Geburek & J. Turok (Eds.), *Conservation and management of forest genetic resources in Europe* (pp. 275–333). Arbora Publishers.
- Kremer, A., Ronce, O., Robledo-Arnuncio, J. J., Guillaume, F., Bohrer, G., Nathan, R., ... Schueler, S. (2012). Long-distance gene flow and adaptation of forest trees to rapid climate change. *Ecology Letters*, 15, 378–392. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2012.01746.x>
- Krynytsky, G., Gut, R., Kovaleva, V., & Hrunyk, N. (2022). Research on the genetic diversity of the species composition of forest stands. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 24, 11–23. <https://doi.org/10.15421/412201> [Криницький, Г. Т., Гут, Р. Т., Ковальова, В. А., Гриник, Н. І. (2022). Дослідження генетичного різноманіття видового складу лісових деревостанів. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 24, 11–23] (in Ukrainian)
- Krynytsky, H., Skolsky, I., Krynytska, O., Lutsiv, N., & Yakhnytsky, V. (2021). Biotic stability of Scots pine growing in stands on fairly fertile soil types of the Lviv Roztochya. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 23, 50–57. <https://doi.org/10.15421/412126> [Криницький, Г. Т., Скольський, І. М., Криницька, О. Г., Луців, Н. Г., Яхницький, В. Й. (2021). Біотична стійкість *Pinus sylvestris* L. у сугрудових лісостанах Львівського Розточчя. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 23, 50–57] (in Ukrainian)
- Krynytsky, H., Korol, M., Lavnyy, V., Kovaleva, V., Kramarets, V., Krynytska, O., & Mahuran, V. (2023). Forestry and ecological features of distribution and improvement of biotic stability of pine forests in the conditions of Lviv region. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 25, 87–97. <https://doi.org/10.15421/412306> [Криницький, Г. Т., Король, М. М., Лавний, В. В., Ковальова, В. А., Крамарець, В. В., Криницька, О. Г., Магуран, В. К. (2023). Лісівничо-екологічні особливості поширення та підвищення біотичної стійкості соснових лісостанів в умовах Львівського регіону. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 25, 87–97] (in Ukrainian)
- Krynytsky, G., Hayda, Y., Yatsyk, R., Parpan, V., & Los, S. (2017). Concept for the conservation and sustainable use of forest genetic resources in Ukraine. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 27(8), 37–44. <https://doi.org/10.15421/40270805>
- Lefèvre, F., Boivin, T., Bontemps, A., Courbet, F., Davi, H., Durand-Gillmann, M., ... Pichot, C. (2014). Considering evolutionary processes in adaptive forestry. *Annals of Forest Science*, 71, 723–739. <https://doi.org/10.1007/s13595-013-0272-1>
- Li, B., & Mckeand, S. (2024) Orchards evolution from traditional Seed production to advanced gains and breeding base. Seed Orchards Conference 20-24 May 2024, Brasov, Romania. https://60f00f7e-c173-476d-8b41-a427f5ebe3b5.filesusr.com/ugd/6600dd_ab4ea35fbdf04076ba0780cdb9aa7637.pdf
- Liesebach, M. (2001). Genetic variation of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) provenances in international provenance trials. In *Proceedings of the IUFRO Symposium "Scots Pine Breeding and Genetics"* (Kaunas, Lithuania). Lithuanian Forest Research Institute.
- Los, S., Tereshchenko, L., Hayda, Yu., Shlonchak, G., Mitrochenko, V., Shlonchak, G., ... Danchuk, O. (2017). *Guidelines for forest seed production*. Kharkiv: the G.M. Vysotsky Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration. http://ucfb.info/fileadmin/user_upload/%D0%9D%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8.pdf [Лось, С. А., Терещенко, Л. І., Гайда, Ю. І., Шлончак, Г. А., Митроченко, В. В., Шлончак, Г. В., ... Данчук, О. Т. (2017).

- Настанови з лісового насінництва*. Харків: УкрНДІЛГА] (in Ukrainian)
- Los, S., Tereshchenko, L., Torosova, L., Hayda, Yu., Vysotskaya, N., Yatsyk, R., ... Dishko, V. (2019). *Methods of varietal testing of forest trees. Departmental testing*. Kharkiv: the G.M. Vysotsky Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration. [Лось, С. А., Терещенко, Л. І., Торосова, Л. О., Гайда, Ю. І., Висоцька, Н. Ю., Яцик, Р. М., ... Дишко В. А. (2019). *Методика сортівипробування лісових деревних порід*. Відомче випробування. Харків: УкрНДІЛГА. 32 с.] (in Ukrainian)
- Lovynska, V., Terentiev, A., Lakyda, P., Sytnyk, S., Bala, O., & Gritsan, Yu. (2021). Comparison of Scots pine growth dynamics in Polissya and Steppe zone of Ukraine. *Journal of Forest Science*, 67(11), 533–543. <https://doi.org/10.17221/93/2021-JFS>
- Matisons, R., Schneck, V., Jansone, D., Bāders, E., Dubra, S., Zeltiņš, P., & Jansons, Ā. (2021). South-Eastern baltic provenances of scots pine show heritable weather-growth relationships. *Forests*, 12(8), article number 1101. <https://doi.org/10.3390/f12081101>
- Mazhula, O. (2009). Progeny testing of artificial varieties-populations of Scotch pine. *Scientific Bulletin of the Ukrainian National Forestry University*, 19(11), 17–20. https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2009/19_11/index.htm [Мажула, О. С. (2009). Випробні культури штучних сортів-популяцій сосни звичайної. *Науковий вісник НЛТУ України*, 19(11), 17–20] (in Ukrainian)
- Mazhula, O., Shlonchak, G., Mytrochenko, V., Tereshchenko, L., & Shlonchak, A. (2008). *Recommendations for the creation and operation of seed plantations of Scots pine (Pinus sylvestris L.) of the first and second orders*. Kharkiv: the G.M. Vysotsky Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration. https://ucfb.info/fileadmin/user_upload/REKOMENDACII.pdf [Мажула, О. С., Шлончак, Г. А., Митроченко, В. В., Терещенко, Л. І., Шлончак, А. В. *Рекомендації зі створення та експлуатації насінних плантацій сосни звичайної (Pinus sylvestris L.) першого та другого порядків*. Харків: УкрНДІЛГА. 16 с.] (in Ukrainian)
- Mitrochenko, V. (2009). Regional principle of using genetically improved seeds of Scots pine. *Forestry and Forest Melioration*, 115, 59–64. [Митроченко, В. В. (2009). Регіональний принцип використання генетично покращеного насіння сосни звичайної. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 115, 59–64] (in Ukrainian)
- Mitrochenko, V., Shlonchak, G., & Shlonchak, G. (2010). Comparative analysis of the growth of progenies of selected Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) plus trees from the Kharkiv and Kyiv regions with and without reproductive abnormalities. In *Forestry science: origins, modernity, perspectives: proceedings of International Scientific and practical Conference*, 124–125. Kharkiv: October 12-14. Kharkiv: the G.M. Vysotsky Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration [Митроченко, В. В., Шлончак, Г. А., Шлончак, Г. В. (2010). Порівняльний аналіз росту потомств плюсових дерев сосни звичайної Харківської та Київської областей з порушеннями та відсутністю таких у генеративній сфері. *Наук. конф., присвячена 80-річчю від дня заснування УкрНДІЛГА*, м. Харків, 12–14 жовтня 2010 р. Харків: УкрНДІЛГА, 124–125] (in Ukrainian)
- Meshkova, V. (2021). The Lessons of Scots Pine Forest Decline in Ukraine. *Environmental Sciences Proceedings*, 3(1), 28. <https://doi.org/10.3390/IECF2020-07990/>
- Molotkov, P., Patlai, I., & Davydova, N. (1989). *Seed production of forest species*. Kyiv: Urozhay. [Молотков, П. І., Патлай, І. М., Давидова, Н. І. *Насінництво лісових порід*. Київ: Урожай. 232 с.] (in Ukrainian)
- Molotkov, P., Patlai, I., Davydova, N., Shvadchak, I., Gaida, Yu., ... Los, S. (1993). *Guidelines for forest seed production*. Kharkiv: the G. M. Vysotsky Ukrainian Research Institute for Forestry and Forest Melioration [Молотков, П. І., Патлай, І. М., Давидова, Н. І., Швадчак, І. М., Гайда, Ю. І., ... Лось, С. А. (1993). *Настанови з лісового насінництва*. Харків: УкрНДІЛГА] (in Ukrainian)
- Neyko, I., Kolchanova, O., Monarkh, V., & Poznyakova, S. (2020). Seed productivity and variability of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) clones of Finnish origin in seed orchard in the central part of Ukraine. *Folia Forestalia Polonica*, 62(1), 1–12. <https://doi.org/10.2478/ffp-2020-0001>
- Official website of the Ukrainian State Project Forest Management Industrial Association “Ukrderzhlisproekt”. [Державне об’єднання «Укрдержліспроєкт»] (n.d.). Retrieved from <https://www.lisproekt.gov.ua/> (in Ukrainian)
- Official website of the Ukrainian Forest Breeding Center “UkrLSC” (n.d.). [Державна організація «Український лісовий селекційний центр»] Retrieved from

- <https://ucfb.info/dijalnist/nasha-dijalnist.html>
(in Ukrainian)
- Palamarchuk, V., & Shedemenko, I. (2021). Statistical evaluation of temporal changes in annual precipitation in the plain territory of Ukraine. *Article in Physical Geography and Geomorphology*, 3-4(101-102), 7-18. <https://doi.org/10.17721/phgg.2020.3-4.01> [Паламарчук, Л., Шедеменко, І. (2021). Статистична оцінка часових змін річних сум опадів рівнинної території України. *Фізична географія та геоморфологія*, 3-4(101-102), 7-18] (in Ukrainian)
- Patlai, I. (1965) The influence of the geographical origin of seeds on the growth and stability of pine in the cultures of the northern left-bank part of the Ukrainian SSR: Abstract doctoral dissertation, Ukrainian Agricultural Academy, Kyiv, Ukraine. [Патлай, І. М. (1965). *Вплив географічного походження насіння на ріст і стійкість сосни в культурах північної частини лівобережжя УРСР*: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.03.01. Київ: Українська сільськогосподарська академія] (in Ukrainian)
- Patlai, I., & Molotkov, P. (1997). *Methods of varietal testing of forest trees. Departmental testing*. Kyiv: Urozhai. [Патлай, І. М., Молотков, П. І. (1997). *Методика сортовипробування лісових деревних рослин*. Київ: Урожай. 28 с.] (in Ukrainian)
- Protas, T., Melnyk, O., & Blystiv, V. (2025) Creation of experimental cultures of Scots pine seed objects (*Pinus sylvestris* L.) in the conditions of the southern part of Kyiv Polissya. In *Sustainable forestry management in the conditions of climate change: from research to practice: Proceedings of the international Scientific and practical Conference to the 100th anniversary of the Boyarka FRS*, 231–235. Boyarka: National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine [Протас, Т. І., Мельник, О. М., Блистів, В. І. (2025). Створення випробних культур насінних об'єктів сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) в умовах південної частини Київського Полісся. *Стале ведення лісового господарства в умовах кліматичних змін: від досліджень до практики: матеріали Міжнарод. наук.-практ. конф. до 100-річчя Боярської ЛДС*. Боярка: НУБІП України, 231–235] (in Ukrainian)
- Protas, T., Krol, A., & Blystiv, V. (2025a). Creation of experimental cultures of Scots pine from seed objects in the conditions of the south of Kyiv Polissya. In *Actual problems of research of forest and urban ecosystems of Ukraine under martial law: Abstracts of reports of participants of the III International Scientific and practical Conference*, 109–110. Kyiv: National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. [Протас, Т. І., Кроль, А. В., Блистів, В. І. (2025a). Створення випробних культур сосни звичайної з насінних об'єктів в умовах півдня Київського Полісся. *Актуальні проблеми дослідження лісових та урбоєкосистем України в умовах воєнного стану: матеріали доповідей III Міжнарод. наук.-практ. конф.* Київ: НУБІП України, 109–110] (in Ukrainian)
- Quegwer, J., Merbitz, L., Tröber, U., & Meyer, M. (2024, May 20–24). Challenges for a seed orchard programme towards seed availability for future forest composition in Saxony, Germany. In *Book of Abstracts: Seed Orchards Conference 2024*. Braşov, Romania. <https://seedorchards2024.wixsite.com/conference/book-of-abstracts>
- Savolainen, O., Bokma, F., García-Gil, R., Komulainen, P., & Repo, T. (2004). Genetic variation in cessation of growth and frost hardiness and consequences for adaptation of *Pinus sylvestris* to climatic changes. *Forest Ecology and Management*, 197(1-3), 79-89. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.05.006>
- Sbytna, M., & Fuchylo, Ya. (2010). *Genetic potential of Scots pine populations and its use to increase the productivity of forests plantations in Kyiv Polissya*. Kyiv: Logos. [Сбитна, М. В., Фучило, Я. Д. (2010). *Генетичний потенціал популяцій сосни звичайної та його використання для підвищення продуктивності лісових насаджень Київського Полісся*. Київ: Логос. 240 с.] (in Ukrainian)
- Shvidenko, A., Buksha, I., & Krakovska, S. (2018). *Vulnerability of ukrainian forests to climate change*. Kyiv: Nika-centr. [Швиденко, А. З, Букша, І. Ф., Краковська, С. В. (2018). *Уразливість лісів України до зміни клімату*. Київ: Ніка-центр. 128 с.] (in Ukrainian)
- Shlonchak, G., & Lavreniuk, O. (2025). Genetic and breeding potential of the NUBiPU of Ukraine "Boyarsk Forest Research Station". In *Sustainable forestry management in the conditions of climate change: from research to practice: Proceedings of the international Scientific and practical Conference to the 100th anniversary of the Boyarka FRS*, 346–349. Boyarka: National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. [Шлончак, Г. А., Лавренюк, О. А. (2025). Генетико-селекційний потенціал ВП «Боярська лісова дослідна станція». *Стале ведення лісового*

- господарства в умовах кліматичних змін: від досліджень до практики: матеріали Міжнарод. наук.-практ. конф. до 100-річчя Боярської ЛДС. Боярка: НУБІП України, 346–349] (in Ukrainian)
- Tereshchenko, L., & Dyshko, V. (2019). Results of 20-year tests of candidates for synthetic varieties-populations of Scots pine in the conditions of the State Enterprise "Zmiyivskiy lishosp" in the Kharkiv region. *Forestry and Forest Melioration*, 134, 33–42. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.134.2019.33> [Терещенко, Л. І., Дишко, В. А. (2019). Результати 20-річних випробувань кандидатів у сорти-популяції синтетичні сосни звичайної в умовах ДП «Зміївський лісгосп» на Харківщині. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 134, 33–42] (in Ukrainian)
- Tereshchenko, L., Los, S., Vysotska, N., Grigorieva, V., Kolchanova, O., Plotnikova, O., ... Kokhany, S. (2014). *New objects of preservation of valuable gene pool and study of features of inheritance of economically valuable traits of forest species*. Kharkiv: the G. M. Vysotsky Ukrainian Research Institute for Forestry and Forest Melioration. [Терещенко, Л. І., Лось, С. А., Висоцька, Н. Ю., Григор'єва, В. Г., Колчанова, О. Ю., Плотнікова, О. М., ... Коханий, С. Г. (2014). *Нові об'єкти збереження цінного генофонду та вивчення особливостей успадкування господарчо-цінних ознак лісових порід*. Харків: УкрНДЛПА. 32 с.] (in Ukrainian)
- Voitiuk, V., Andreieva, V., Kychyliuk, O., & Hetmanchuk, A. (2020). Application of growth traits and qualitative indices for selection of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) elite trees. A case study from Volyn region, Western Ukraine. *Folia Forestalia Polonica. Series A. Forestry*, 62(3), 199–209. <https://doi.org/10.2478/ffp-2020-0019>
- Vysotska, N., Khromuliak, O., Borysenko, O., Rumiantsev M., Yashchuk, I., & Kipran, O. (2025). Comparing the effectiveness of random forest and generalized linear models in predicting ungulate browsing impact on Kyiv Polissya's young pine forests. *Folia Forestalia Polonica, Series A. Forestry*, 67(1), 1–11. <https://doi.org/10.2478/ffp-2025-0001>
- Yatsyk, R. (2006). *Course of lectures on forest breeding*. Ivano-Frankivsk: Publishing House of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University. [Яцик, Р. М. (2006). *Курс лекцій з лісової селекції*. Івано-Франківськ: Вид-во Прикарпатського національного ун-ту. 150 с.] (in Ukrainian)
- Yatsyk, R., Hayda, Yu., & Sluchyuk, V. (2012). *Fundamentals of genetics and selection of forest plants*. Ternopil: Textbooks and manuals. [Яцик, Р. М., Гайда, Ю. І., Слущик, В. М. (2012). *Основи генетики й селекції лісових рослин*. Тернопіль: Підручники і посібники. 288 с.] (in Ukrainian)
- Zhurova, P. (2007). The results of 25-year testing of Scots pine climatypes in the pine forests at the steppe boulder in the Ukraine. In *Forest typology in Ukraine: Current state, prospects for development: Proceedings of 11-th Pogrebnyak Readings*, 124–126). Kharkiv: the G.M. Vysotsky Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration [Журова, П. (2007). Результати 25-річних випробувань кліматипів сосни звичайної в соснових лісах на межі Степу в Україні. *Типологія лісів в Україні: сучасний стан, перспективи розвитку: матеріали 11-х Погребняківських читань*. Харків: УкрНДЛПА, 124–126] (in Ukrainian)

Assessment of Preliminary Results and Specific Features of Progeny Testing of *Pinus sylvestris* L. Seed Orchard and Seed Stand Progenies at the Southern Boundary of the Ukrainian Polissya

V. Blystiv¹, R. Vasylyshyn², I. Budzinsky³, T. Protas⁴, A. Krol⁵, O. Melnyk⁶

The establishment of new experimental sites for studying the hereditary characteristics of selected (plus) trees and populations under conditions requiring the adaptation of forestry to climate change is a highly relevant task for contemporary forest management. At the southern boundary of the Ukrainian Polissya, the adverse effects of climate change are already evident, and further forest regeneration activities in the region require the involvement of forest tree breeders and a reassessment of appropriate breeding approaches. The aim of this study was to evaluate the progeny performance of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forest reproductive material from the permanent forest seed base at an early age and to assess the potential of such regional progeny trials for forest tree breeding programmes.

The relevance of this research is further reinforced by the need to implement pan-European approaches aimed at enhancing the multifunctional role of forests in Ukraine. The study considers the use of the synergistic potential of progenies derived from synthetic local populations in combination with those of native populations to improve the resilience of future forests. The establishment of synthetic mini-populations based on progenies from seed orchards and permanent seed stands is proposed as one possible approach, alongside the adaptive evaluation of local Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) populations.

A similar approach has been successfully applied in field trials of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) population varieties established in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine and along its southern boundary. This approach also provides an opportunity to improve the procedure for verifying the compliance of forest reproductive material with the requirements for the "Tested" category under Council Directive 1999/105/EC of 22 December 1999 on the marketing of forest reproductive material, as well as under the corresponding EU Regulation that replaces this Directive.

The broad geographical range represented in the trials (covering more than 700 km along the southern boundary between the Ukrainian Polissya and the Forest-Steppe) provides a strong basis for evaluating the adaptive potential of different provenances in developing resilience to adverse climatic conditions.

Preliminary assessments of the established progeny trials confirm the value of genetically improved forest reproductive material, which promotes superior early growth performance of the progeny and provides an important foundation for the development of highly productive and resilient forest stands.

The results of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) variety trials in Ukraine indicate that, in some cases, the geographical origin (provenance) of the seed exerts a greater influence on progeny growth

¹ *Vasyl Blystiv* – Candidate of Agricultural Sciences (PhD), Director. State Organization "Ukrainian Forest Breeding Center" of the Ukrainian State Forestry Agency, 14 Lisodoslidna St., Boyarka, 08150, Kyiv region, Ukraine. E-mail: vasyblystiv1@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0801-7599>

² *Roman Vasylyshyn* – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Professor of the Department of Forest Taxation and Forest Management, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine. E-mail: rvasyls@ukr.net ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7268-8911>

³ *Ihor Budzinsky* – Head of the Department of Forestry and Forest Restoration. State Agency of Forest Resources of Ukraine, 6 Bolsunovska St., Kyiv, 01601, Ukraine. E-mail: i.budzinskyi@forest.gov.ua ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0298-5494>

⁴ *Tetyana Protas* – Head of the Separate Subdivision «Donetsk Forest Seed Laboratory», Ukrainian Forest Breeding Center, 14 Lisodoslidna St., Boyarka, 08150, Kyiv region, Ukraine. E-mail: protasmal@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6474-3315>

⁵ *Anatoly Krol* – PhD in Agricultural Sciences, Acting Director, Separate Subdivision of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine "Boyarka Forest Research Station", 12 Lisodoslidna St., Boyarka, Kyiv Region 08150, Ukraine. E-mail: kroltolya@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8701-2070>

⁶ *Oleksandr Melnyk* – PhD in Agricultural Sciences, Deputy Director for Research, Education and Innovation, Separate Subdivision "Boyarka Forest Research Station" of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 12 Lisodoslidna St., Boyarka, Kyiv Region 08150, Ukraine. E-mail: o_melnyk@nubip.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3967-4710>

than its breeding category. This aspect should be taken into account when developing regulatory frameworks for the regionalization of forest reproductive material use in the process of harmonizing national legislation with European requirements.

The results obtained from progeny trials established using forest reproductive material from permanent forest seed base objects of different geographical origins should be further analysed in conjunction with long-term monitoring data on the condition and reproductive performance of these

seed sources, as well as the condition of the plus trees whose clones constitute their genetic base. Such experimental material represents a valuable resource for integrated ecological, silvicultural, and forest tree breeding research. It requires a comprehensive evaluation of materials of different origins, continuous monitoring, and systematic scientific support.

Key words: seed orchards; population variety trials; forest reproductive material; regionalization of forest reproductive material; forest types; progeny trials.