

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ**

Кафедра лісового та садово-паркового господарства

На правах рукопису

КОРОЛЬЧУК ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

**ТАКСАЦІЙНО-СЕЛЕКЦІЙНА ОЦІНКА АРХІВНО-МАТОЧНОЇ ПЛАНТАЦІЇ
КОВЕЛЬСЬКОГО ЛІСНИЦТВА 1981 Р. СТВОРЕННЯ**

Спеціальність 205 «Лісове господарство»

Освітньо-професійна програма «Лісове господарство»

Робота на здобуття освітнього рівня «Магістр»

Науковий керівник :
ВОЙТЮК ВАСИЛЬ ПЕТРОВИЧ,
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ

Протокол № 5 від 20.11.2025р.

засідання кафедри лісового та

садово-паркового господарства від 2025 р.

Завідувач кафедри

доц. В.В. Андрєєва 

ЛУЦЬК – 2025

Корольчук О. О. Таксаційно-селекційна оцінка архівно-маточної плантації Ковельського лісництва 1981 р. створення. Луцьк, 2025. 62 с.

Анотація

Архівно-маточні плантації (архіви клонів) є ключовими елементами сучасної системи селекції та генетичних досліджень лісових порід, зокрема сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) та інших цінних деревних видів. Їх створення забезпечує довготривале збереження цінних генотипів, відібраних у процесі плюсової селекції, та дозволяє проводити глибокі дослідження спадкових ознак, їх стабільності та прояву в різних умовах середовища. Наукові дослідження архівно-маточних плантацій є важливими не лише для збереження цінного генофонду лісових порід, але й для подальшого розвитку селекційних програм, підвищення продуктивності лісів та забезпечення сталого лісокористування.

У першому розділі розглянули перспективність підвищення продуктивності лісів шляхом розвитку лісової селекції, а також сучасні наукові селекційні дослідження європейських вчених.

В другому розділі здійснили короткий опис матеріалів та методів дослідження.

Виведення із загальної кількості клонів на плантації перспективних по ряду показників описано в третьому розділі.

В четвертому розділі описано економічну ефективність створення майбутніх ділянок за допомогою клонового садивного матеріалу.

П'ятий розділ містить в собі техніку безпеки при зборі живців і створенні клонових плантацій.

Висновки за результатами роботи наведені перед списком використаної літератури. Магістерська робота виконана на 63 сторінках друкованого тексту, містить 12 таблиць і 4 ілюстрацій.

Ключові слова: архівно-маточна плантація, клон, показник швидкості росту, комплексна оцінка.

Korolchuk O. Taxation and selection assessment of clone archive of the Kovel forestry 1981 y. of creation.. Lutsk, 2025. 62 p.

Annotation

Archival and mother plantations (clonal archives) are key elements of the modern system of selection and genetic research of forest species, in particular Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and other valuable tree species. Their creation ensures long-term preservation of valuable genotypes selected in the process of positive selection, and allows for in-depth studies of hereditary traits, their stability and manifestation in different environmental conditions. Scientific research of archival and mother plantations is important not only for the preservation of the valuable gene pool of forest species, but also for the further development of breeding programs, increasing forest productivity and ensuring sustainable forest use.

The first section examined the prospects for increasing forest productivity through the development of forest selection, as well as modern scientific selection research by European scientists.

The second section provided a brief description of the materials and research methods.

The third section describes the extraction of promising clones from the total number of plantations in a number of indicators.

The fourth section describes the economic efficiency of creating future plots using clonal planting material.

The fifth section contains safety precautions when collecting cuttings and creating clonal plantations.

Conclusions based on the results of the work are given before the list of used literature. The master's thesis is completed on 463 pages of printed text, contains 12 tables and 4 illustrations.

Key words: archive-mother plantation, clone, growth index, complex assessment.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
Розділ 1. Огляд літературних джерел	7
Розділ 2. Матеріали та методи дослідження	40
2.1. Природно-кліматичні умови регіону дослідження	40
2.2. Об'єкт і методика досліджень	40
Розділ 3. Результати дослідження та їх обговорення.....	43
Розділ 4. Економічна оцінка	52
Розділ 5. Охорона праці	54
Висновки	56
Список використаних джерел	57

ВСТУП

Архівно-маточні плантації (архіви клонів) є ключовими елементами сучасної системи селекції та генетичних досліджень лісових порід, зокрема сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) та інших цінних деревних видів. Їх створення забезпечує довготривале збереження цінних генотипів, відібраних у процесі плюсової селекції, та дозволяє проводити глибокі дослідження спадкових ознак, їх стабільності та прояву в різних умовах середовища.

Актуальність вивчення архівно-маточних плантацій визначається кількома чинниками. По-перше, вони є генетичними «банками», які концентрують унікальні комбінації спадкової інформації, що в іншому випадку могли б бути втрачені внаслідок природних чи антропогенних факторів. По-друге, архіви клонів виступають вихідною базою для створення лісонасінневих плантацій, які забезпечують отримання високоякісного селекційного насіння з підвищеними господарсько-цінними ознаками (швидкий ріст, стійкість до хвороб, морозо- та посухостійкість, якість деревини).

Крім того, дослідження таких об'єктів дозволяє оцінювати збереженість і життєздатність клонів у тривалому часі, виявляти їх морфологічні, фізіолого-біохімічні та анатомічні особливості, що мають значення для практичного лісівництва. Особливу роль відіграє оцінка фенотипової стабільності та адаптивного потенціалу клонів в умовах кліматичних змін, які суттєво впливають на динаміку ростових процесів і продуктивність лісових насаджень.

Таким чином, наукові дослідження архівно-маточних плантацій є важливими не лише для збереження цінного генофонду лісових порід, але й для подальшого розвитку селекційних програм, підвищення продуктивності лісів та забезпечення сталого лісокористування. Отримані результати сприяють формуванню науково обґрунтованих підходів до збереження та використання лісових генетичних ресурсів у довгостроковій перспективі, що є одним із пріоритетів сучасної екологічної та економічної політики.

Мета магістерської роботи – дати генетико-селекційну оцінку вегетативного потомства ряду плюсових дерев сосни звичайної Шацької ценопопуляції.

Об’єктом дослідження є ростові показники 44-річних клонів сосни звичайної на архівно-маточній плантації.

Предметом дослідження є таксаційно-селекційні показники клонів сосни звичайної.

Основні завдання: 1. Встановити таксаційно-селекційні показники клонів сосни звичайної на архівно-маточній плантації у віці 44 роки. 2. Відібрати кандидати в сорти-клони сосни звичайної.

Наукова новизна: Вперше в умовах Волинського Полісся отримано середньострокову оцінку плюсових дерев сосни звичайної у вегетативному потомстві з використанням різних методик. Досліджено мінливість ростових показників вегетативного потомства плюсових дерев за середньостроковою оцінкою. Відібрано кандидати в сорти-клони за середньостроковою оцінкою вегетативних потомств.

Методи дослідження: біометричні – для визначення особливостей росту дерев; методи варіаційної статистики – для обробки даних вимірів.

Практичне значення: Результати магістерської роботи можуть бути використані для покращення лісонасінневої бази сосни звичайної на Волині.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Ліси – це екосистеми з великою різноманітністю середовищ існування та видів, а також високим генетичним різноманіттям. Різноманітність генетичного складу дерев у насадженні, тобто генетичне різноманіття, дозволяє популяціям лісових дерев постійно адаптуватися до нових умов за допомогою генетичних процесів, таких як міграція, потік генів та природний відбір. З існуючого генофонду ті генотипи, які найбільш адаптовані до заданих умов навколишнього середовища, переважатимуть під час процесу відбору. Тому, якщо ліси мають бути придатними для майбутнього, їм потрібне високе генетичне різноманіття. Необхідно зробити все можливе, щоб зберегти існуючий генетичний потенціал наших лісів у довгостроковій перспективі та цілеспрямовано збагатити його там, де він вже обмежений. Збереження генетичного різноманіття має велике значення з екологічних причин. Генетичне різноманіття є основою адаптації лісової екосистеми до умов навколишнього середовища, які підлягають як просторовим, так і часовим змінам. Водночас це основа видового та екосистемного різноманіття. Економічних причин. Послуги, що надаються нашими лісами, наприклад, у вигляді цінної сировини – деревини, мають виняткове значення для суспільства сьогодні та в майбутньому. Деревина має виняткове значення для суспільства сьогодні та в майбутньому. Генетичне різноманіття є основою для забезпечення постійної доступності цих послуг, навіть за змінних умов навколишнього середовища або потреб. Тому збереження генетичного різноманіття є необхідною умовою для сталого, ефективного, надійного та багатофункціонального лісівництва. Етичні причини. Генетичне різноманіття гарантує, що майбутні покоління також зможуть бачити екосистеми, види та популяції у всьому їхньому різноманітті [31].

Генетичні ресурси визначаються як «генетичний матеріал, тобто спадковий матеріал, який використовується або може бути використаний людиною» (визначення Німецького довідкового центру з етики в науках про життя).

Лісові генетичні ресурси, як носії функціональних спадкових одиниць дерев, є фундаментальним компонентом природних ресурсів лісових екосистем та основою їхньої продуктивності та стабільності.

Генетичний склад сучасних лісів Центральної Європи, тобто склад їхніх генів, є результатом взаємодії різних процесів та факторів, таких як льодовикові рефугіуми та післяльодовикова міграція, природний відбір та втручання людини в лісову екосистему. Останні, зокрема, значно зросли в новітній геологічній історії, як через прямий вплив управління, так і в результаті антропогенних змін навколишнього середовища. Вплив на ліси різноманітний, тому тут можна представити лише вибірку найважливіших факторів. Інтенсивне лісокористування. Масштабне лісокористування, таке як суцільна вирубка та вирубка лісів, наприклад, для перетворення лісу на орні землі, будівництва поселень та використання для комерційних, промислових та транспортних цілей, призвело до значних втрат лісів в останні століття, а отже, і до втрати лісових генетичних ресурсів. Розростання міст (фрагментація). Окрім прямої втрати місцевих популяцій, збільшення просторової відстані між популяціями, наприклад, в результаті розростання міст, ставить під загрозу генетичні ресурси. Ізоляція популяцій означає обмеження генетичного обміну (потoku генів), необхідного для підтримки генетичного різноманіття. Лісовідновлення може лише частково компенсувати це, оскільки різноманітність втрачених, часто адаптованих до місцевих умов популяцій може бути відновлена лише недостатньо [31].

Викиди. У 1970-х роках забруднення повітря промисловими викидами спричинило широке поширення «нових видів пошкодження лісів». Це проявилось в лісових деревах, починаючи від масової втрати листя та хвої до повсюдного відмирання.

Отримані в результаті процеси відбору також вплинули на генетичне різноманіття (наприклад, MÜLLER-STARCK 1993). Викиди можуть впливати на дерева як прямо, так і опосередковано через зміни ґрунту, що змінює умови

навколишнього середовища та конкурентні відносини. Обидва ці фактори можуть призвести до змін у генетичних структурах популяцій лісових дерев.

Зміна клімату. Ступінь та вплив прогнозованих антропогенно-індукованих змін клімату на дерева та чагарники, наприклад, через глобальне потепління або збільшення ультрафіолетового випромінювання, наразі незрозумілі. Швидкість, з якою зараз відбувається зміна клімату, ускладнює адаптацію, оскільки природні генетичні процеси відбуваються набагато повільніше. Генетичні структури тим більше піддаються ризику, чим менше часу у видів є для адаптації. Втручання у водний баланс. Заболочування або зниження рівня ґрунтових вод може призвести до змін екосистеми, які через зміни факторів місцевості запускають відбір, що безпосередньо впливає на генетичний склад лісових екосистем.

Біотичні та абіотичні пошкодження. Масштабні біотичні та абіотичні пошкодження, такі як лиха, спричинені комахами, грибковими захворюваннями та дрібними ссавцями, а також пошкодження, спричинені штормами, снігом або пожежами, можуть призвести до загибелі дерев і, таким чином, до втрати генетичної інформації.

Популяції диких тварин. Неадаптовані популяції диких тварин можуть загрожувати генетичним ресурсам, якщо вони призводять до непропорційного зменшення ефективної чисельності популяції та, таким чином, до ефектів дрейфу. Рідкісні та вразливі види дерев, зокрема, перебувають у невигідному становищі порівняно з більш толерантними видами дерев через надмірний тиск з боку дикої природи.

Генетично збережені насадження *ex situ* штучно створюються з розсадного матеріалу визначеного походження, щоб довгостроково захистити походження або наявність поза місцем вирощування. Це можуть бути насадження, потомство яких виявилось особливо придатним для лісівництва у випробуваннях на походження завдяки своїй формі та характеристикам росту, що перевищують середні, і до яких немає довгострокового, постійного доступу для виробництва цінного розсадного матеріалу. У Баварії новостворені *ex situ* насадження

називаються насіннєвими резервними насадженнями. Окрім збереження цінних генетичних ресурсів, вони також служать для виробництва високоякісного розсадного матеріалу. По-друге, потомство окремих дерев або насаджень з цінним або рідкісним генетичним матеріалом, існування якого перебуває під загрозою на місці вирощування, об'єднується в нові популяції і таким чином зберігається [31].

Ці заходи в основному використовуються для дуже невеликих популяцій рідкісних видів дерев (наприклад, дика яблуня, дика груша, овсянка).

Створення *ex situ* насадження включає:

Збір врожаю зникаючого ресурсу. Необхідно подбати про те, щоб вихідний матеріал максимально повно представляв насадження, яке потрібно зберегти.

Вирощування посадкового матеріалу в контрольованих умовах.

Альтернативне вегетативне розмноження шляхом щеплення.

Індивідуальне тестування на чистоту виду.

Пересадка в місці з умовами, максимально схожими на умови початкового місця та що дозволяють довгострокове збереження насадження.

Догляд за насадженням.

Точна документація площі посадки в базі даних об'єктів генетичного збереження (BayForGen).

На відміну від чисто генно-збережених насаджень, управління насіннєвими резервними насадженнями порівнянне з управлінням насіннєвими садами, тобто майбутні дерева для збору врожаю повинні бути поодинокими деревами з максимально глибокими кронами.

Отже, при лісівництві резервних насаджень необхідно дотримуватися таких принципів:

Послідовне видалення всіх змішаних видів дерев,

Заохочення домінантних та домінантних дерев з метою гарного розвитку крон (без змикання крон) та плодоношення,

Безперервне, інтенсивне проріджування (повне видалення проміжних та підліскових дерев, а також регулярне видалення дерев, що наростають, на

домінантні дерева) для забезпечення доступності насаджень та сприяння розвитку великокронових дерев для вирубки. Раннє скорочення кількості дерев з фази стовбурової деревини приблизно до 120 дерев для вирубки насінневих дерев/га (мінімальна відстань між деревами 9 м),

Для дугласії: підтримувати максимально можливу відстань від сусідніх насаджень дугласії, щоб виключити перехресне запилення невідомого походження. Або ж, генетична характеристика дугласії в сусідніх насадженнях для визначення сорту. Для дерев дугласії, розташованих у внутрішніх районах поблизу прибережного насінневого запасу дугласії, перші необхідно повністю видалити.

Для забезпечення послідовного оновлення та постійної документації, насадження ведуться за взаємною згодою між лісовою адміністрацією та BaySF. Лісове управління лісами бере на себе ініціативу щодо вжиття необхідних заходів у консультації з відповідним лісгоспом. Лісове управління заздалегідь повідомляє Лісовому управлінню лісами про будь-які заходи, які вони вважають необхідними.

Архів клонів та материнські грядки. Клони цінних окремих дерев зберігаються в колекціях клонів (архівах клонів). Прямий доступ до них можливий у будь-який час для подальшого вегетативного розмноження або як материнський матеріал для селекційних цілей. Якщо велика кількість відібраних клонів зберігається в одному місці з метою отримання матеріалу для розмноження у більших кількостях, їх називають материнськими грядками (грядками для виробництва живців). Архів клонів та материнські грядки не лише виконують функцію збереження сортів. Як безпечне джерело високоякісного та частково перевіреного посадкового матеріалу, вони також формують основу для сталого використання цих цінних генетичних ресурсів. У Баварії основна увага цього заходу генетичного збереження приділяється місцевій чорній тополі та гібридній тополі. Сорти осики та верби також меншою мірою зберігаються в колекціях клонів. Під час створення материнських колоній чорної тополі для

збереження решти генетичного різноманіття цього місцевого виду дерев необхідно дотримуватися наступної процедури:

Живці беруться протягом зимових місяців лише з материнських дерев, які пройшли генетичне тестування на видову чистоту.

Найбільш підходять пагони товщиною з олівець від пагонів, водяних та кореневих нащадків.

Після збору врожаю частини рослин зберігають у прохолодному місці протягом зими, висаджують у горщики ранньою весною та вирощують у теплиці.

Дворічні рослини в горщиках висаджують у материнську колонію, розділяючи їх за походженням та поділяючи за водоймами.

Після фази укорінення протягом двох-трьох років материнські колонії можна щорічно обрізати, щоб отримати живці для повторного введення цього екологічно важливого виду дерев у прибережні ліси.

У часи зростаючого попиту на деревину, яку можна використовувати для виробництва енергії або сировини, швидкозростаючі клони гібридної тополі мають велике значення. Тому метою створення якомога повнішої колекції клонів з сортами тополі як з попередніх, так і з нових селекційних програм у Німеччині та за кордоном є збереження цих запасів.

Таким чином, метою збереження цього цінного генетичного матеріалу для Баварії є створення якомога повнішої колекції клонів із сортів тополі з попередніх та новіших програм селекції з Німеччини та за кордоном. Живці з колекції клонів можна висаджувати на полях сортовипробування або, якщо це сорти категорії «випробувані» (FoVG), передавати до розсадників для створення материнських плантацій.

Кожна частина колекції клонів або кожен материнський локус вимірюється та вноситься до бази даних лісових генетичних ресурсів Баварії. Материнські локуси, що використовуються для виробництва репродуктивного матеріалу відповідно до Закону про лісовий репродуктивний матеріал, реєструються в реєстрі дозволів на вирубку з окремим реєстраційним номером. ASP відповідає за створення, розширення та підтримку материнського локусу та колекції клонів,

а також за створення молекулярно-генетичних відбитків для сортовипробування [31].

В Німеччині насіння лісових видів все частіше отримують з насінневих плантацій. Термін «кваліфікований» відображає особливу важливість насінневих плантацій. Однак термін «насіннева плантація» може приховувати зовсім інші якості. Оцінка культурної цінності насіння плантації значною мірою залежить від типу насінневої плантації.

Насіннєві плантації з щепленням, живцюванням та розсадою. Ці терміни описують лише технічні аспекти саду та нічого не говорять про генетичну якість.

Для прищеплених садів гілки отримували з відібраних плюсових дерев та щеплювали («прищеплювали») на молоду рослину того ж виду або роду. Щепи складаються з двох генетично різних частин: підщепи з коренем та щепи, яка несе бажану генетичну інформацію відібраного плюсового дерева та передає її своєму потомству. Плюсове дерево зазвичай представлено кількома прищепами на плантації. Щепа значною мірою зберігає свої фізіологічні характеристики, тобто залишається старою і тому цвіте відносно рано. Несумісність між прищепою та підщепою може бути проблемою, що може призвести до невдач навіть у похилому віці.

Стеблові живці – це вегетативно розмножені (клоновані) особини. Для наших основних видів дерев цей метод зазвичай працює, якщо взагалі працює, лише з молодими рослинами. Якщо стеблові живці мають особливо хороші характеристики, створення насінневої плантації є гарним варіантом.

Тут також окремі клони можуть зустрічатися в кількох повторностях на плантації. Живцеві плантації відносно рідкісні, але мають переваги над щепленими плантаціями, оскільки немає несумісності, і жодні підщепи не можуть прорости.

За наявності генетично високоякісного насіння, насіннєву плантацію також можна створити з саджанців. Як правило, на плантації представлено кілька нащадків від кількох материнських дерев. Такі нащадки є напів- або повними

братами та сестрами, але не генетично ідентичними. Розсадні плантації також рідкісні.

Насіннєві плантації для збереження служать для більш-менш репрезентативного збереження видів, що знаходяться під загрозою зникнення (наприклад, тиса, дикорослих плодових), або особливих популяцій у межах виду дерев (наприклад, високогірної ялини Гарца). Через репрезентативний характер обліку насіннєву плантацію не можна вважати генетично покращеною порівняно з іншими популяціями. Тим не менш, якість насіння може бути покращена порівняно з іншими популяціями завдяки сприятливим умовам плантації та покращеному контакту спарювання. Також можливе схвалення як розсадного матеріалу в категорії «кваліфікований», оскільки окремі дерева також відбираються на основі індивідуальної оцінки (наприклад, особлива морфологія або близькість до дикої форми).

Насіннєві плантації плюсових дерев. Тут до плантацій включені фенотипово відмінні окремі дерева, що означає, що селекційний відбір вже відбувся. В результаті можна очікувати, що розсадний матеріал буде покращеної якості порівняно з вихідними запасами. Це типова ситуація для схвалена як «кваліфікований розсадний матеріал». Більшість насіннєвих плантацій Німеччини належать до цього типу плантації.

Високорослі насіннєві плантації (HZSP) – сюди входять лише плюсові дерева, потомство яких успішно пройшло випробування культивації.

Потомство окремих плюсових дерев тестується, і в насіннєвій плантації залишаються лише батьківські дерева найкращого потомства. Після відбору плюсових дерев, відбір у межах цих плюсових дерев на основі придатності їхнього потомства для вирощування є другим кроком селекції.

На основі першого відбору плюсових дерев такі плантації вже матимуть право на затвердження в категорії «кваліфіковані». Згідно з FoVG, затвердження в категорії «випробувані» було б навіть можливим, оскільки навіть на основі тестування окремих компонентів, вихідний матеріал в цілому має право на

затвердження в категорії «випробувані». Очікується, що насіння з високоякісних насіннєвих плантацій дасть особливо високоврожайне потомство.

Перевірені насіннєві плантації пройшли випробування, в якому потомство плантації було протестовано у випробуваннях культивації та виявилося кращим (зазвичай порівняно з потомством зі стандартного насіння). Після цього їх можна було віднести до категорії «Перевірені».

Хоча раніше вимагалися випробування, в яких репрезентативне потомство тестувалося в цілому, сьогодні окремі компоненти також можна тестувати окремо, наприклад, потомство від окремих клонів. За результатами випробування окремих компонентів можна розрахувати придатність саду в цілому і, таким чином, його право на віднесення до категорії «Перевірені».

В принципі, всі вищезгадані типи плантацій можуть належати до цієї категорії. Розсадний матеріал категорії «Випробуваний» має найвищу якість і тому його слід використовувати переважно. Це особливо стосується насіннєвих садів, де під час створення були відібрані особливо хороші фенотипічні особини, генетична перевага яких зрештою була підтверджена під час випробувань.

Райони вирощування сосни звичайної. Випробування районів походження з сосною неодноразово демонстрували перевагу східно-пруських сосен за формою та стійкістю до опадів, а також за хорошими показниками росту.

Якість сосен знижується зі сходу на захід; тому рекомендації щодо походження не рекомендують західні насадження для вирощування далі на схід. У прибережному регіоні Північного моря перелічені найкращі насадження виявилися особливо успішними. У гірських районах, окрім східно-пруських сосен, успішно виявилися деякі південнонімецькі популяції (Зельб, Баварський ліс, Чорний ліс). Якщо сосну взагалі культивують у гірських районах на висоті понад 400 м, насіннєві плантації, створені з такого матеріалу, можна використовувати на додаток до східнопруської сосни [24].

Важливість створення лісових насаджень. Вибір походження визначає спадкові характеристики майбутнього насадження та – у випадку майбутнього природного відновлення – наступних поколінь. Генетичний потенціал має

вирішальне значення для адаптивності, здоров'я, темпів росту та цінності насаджень. Таким чином, він визначає як екологічну стабільність, так і економічні показники лісів.

Через тривалий період між створенням насадження та вирубкою лісів значення генетичної схильності часто важко розпізнати, тому цьому аспекту часто не приділялося достатньої уваги в минулому.

Завдяки роботі з селекції лісових рослин та дослідженням походження, зараз для багатьох видів дерев відомо, який матеріал для розмноження є особливо придатним. Ці висновки необхідно послідовно впроваджувати на практиці. Неправильні рішення, чи то через незнання, чи то через помилкове почуття економії, можуть у довгостроковій перспективі призвести до великих втрат, незадовільного росту, поганої якості деревини, низької очікуваної цінності, високої сприйнятливості до шкідників та кліматичних впливів, а також, можливо, до збільшення витрат на утримання. Негативні наслідки часто стають очевидними лише через багато років.

На практиці вони загалом сприймаються як природні, хоча причина дуже часто полягає у неправильному виборі походження.

Закон про захист лісів у Німеччині (FoVG) не визначає, де яке походження слід використовувати. Він лише регулює виробництво, маркетинг, імпорт та експорт розсадного матеріалу для видів дерев, перелічених у законі. Розсадний матеріал, імпортований до Німеччини з країн ЄС видів дерев, перелічених у FoVG, може вільно розповсюджуватися в рамках законодавчих положень. Розсадний матеріал з країн, що не входять до ЄС, може бути імпортований лише за спеціальних умов [24].

Селекційна діяльність в Туреччині була розпочата в 1964 році шляхом створення перших насінневих плантацій. Національна програма селекції дерев та виробництва насіння для цільових видів (*Pinus brutia*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Cedrus libani*, та *Fagus orientalis*) була розпочата в 1994 році. До кінця 2006 року налічувалося 174 насінневі плантації, що охоплювали 1200 га, що становить 92% від загальної кількості для *Pinus brutia*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris* та *Cedrus libani*.

Для *Pinus nigra* та *Pinus sylvestris* усі потреби в насінні можуть бути задоволені з насіннєвих плантацій.

Два насіннєві плантації *Pinus brutia* були створені у двох зонах розмноження згідно з першими результатами випробувань потомства. Крім того, було проведено відбір дерев *Sorbus terminalis* та щеплено в насіннєвих плантаціях.

Джерела насіння з насіннєвих плантацій та садів планувалося використовувати для задоволення потреб рослин приблизно на 150 000 га/рік (48 200 га для *Pinus brutia*, 45 600 га для *Pinus nigra* та 19 700 га для *Cedrus libani*). Насіннєва ємність насіннєвих плантацій та садів становить 20 та 44 кг/га для *Pinus brutia* відповідно та 5 та 37 кг/га для *Pinus nigra* відповідно.

Управління насіннєвими плантаціями в основному стосується захисту від тварин та комах, боротьби з бур'янами, забезпечення ізоляційної зони, підрахунку чоловічих та жіночих стробілів, обрізки, застосування гормонів та молекулярної генетики. Для майбутнього розвитку насіннєвих плантацій бракує інформації про систему спарювання та управління пилом у насіннєвих плантаціях, тому існує потреба в розширенні знань за допомогою інших дослідницьких заходів шляхом збільшення кількості навченого персоналу, співпраці та фінансування [16].

У Туреччині сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) є однією з найважливіших лісових деревних порід через цінні властивості деревини в різних комерційних секторах, а також для виробництва біомаси. Насадження цього виду займають приблизно 1239578 га, а також 523935 га з них класифіковані як непродуктивні [23]. Таким чином, приблизно 42% площі соснових лісів є непродуктивними.

Ці непродуктивні території були оцінені як потенційні області для відновлювальних практик, щоб зменшити дефіцит деревини в Туреччині. Звичайно, велика кількість та висока якість репродуктивного матеріалу необхідні для збереження існуючого запасу лісів сосни звичайної, навіть для продовження зростаючої тенденції шляхом відновлення деградованих територій [36]. Наразі в Туреччині є 21 насіннєва плантація сосни звичайної на 109 га, лише

9,2% річної потреби плантацій у насінні покривається плантаціями на початку тисячоліття. Згідно з деякими прогнозами, потреба в насінні сосни звичайної становить 715 кг на рік. Лише певна кількість цього попиту на насіння була задоволена з насіннєвих плантацій Туреччини. Але більшість цих насіннєвих плантацій ще досить молоді [18]. Нові плантації були створені для задоволення потреб у покращеному насінні для лісорозведення згідно з національною програмою насінництва та селекції дерев Туреччини [17]. Насіннєві плантації мають потенціал збільшити виробництво лісів та забезпечити надійне постачання насіння, їхня роль та функція нещодавно були визначені. Вони є найважливішими джерелами селекційних програм у лісівництві та можуть бути корисними для збереження генів. Інвестиції в насіннєві плантації часто є найефективнішим способом збільшення майбутнього виробництва лісів. З цієї причини бажано покращити функцію насіннєвих плантацій. Існують занепокоєння щодо генетичного різноманіття культур насіннєвих плантацій та його впливу на майбутній ліс. Низьке виробництво якісного насіння є поширеною проблемою [39]. Виробництво та збір насіння часто є дорогим.

Також дослідження показали, що сосна звичайна є надзвичайно важливим лісовим видом для Туреччини через цінні характеристики деревини та біомаси. Значна частина лісів (приблизно 42%) вважається непродуктивною, що відкриває потенціал для відновлювальних заходів і зменшення дефіциту деревини. Для забезпечення високої якості та кількості насіння важливе використання насіннєвих плантацій і клонових плантацій. У Туреччині на початку тисячоліття лише частково задовольняли потреби у насінні (9,2% від річного попиту), і більшість плантацій були ще молодими. Було оцінено варіацію конусів і насіння в клоновій плантації сосни звичайної у Taşköprü (Кастамону), заснованій у 1995 році з 30 клонів на площі 7,2 га. Було проаналізовано характеристики 1987 дерев, включно з вагою шишок, довжиною, діаметром, кількістю насіння, кількістю здорових та порожніх насінин, розмірами насіння та крилаток. Для оцінки генетичної варіації застосовували односторонній дисперсійний аналіз, коефіцієнт варіації та широке успадкування (H^2).

Результати показали, що існує значна внутрішньо- та міжклонова варіація за всіма виміряними ознаками. Це підкреслює необхідність ретельного відбору клонів для насіннєвих плантацій, щоб підвищити продуктивність і якість насіння. Високі значення спадковості для багатьох ознак дозволяють ефективно використовувати клональний підбір у програмі лісового насінництва. Відповідні кореляції між ознаками конусів і насіння допомагають прогнозувати продуктивність і ефективність насіннєвих плантацій.

Таким чином, дослідження підтверджує, що клонові насіннєві плантації є ефективним інструментом для підвищення майбутньої продуктивності лісів, забезпечення надійного постачання насіння та збереження генетичного різноманіття сосни звичайної в Туреччині. Результати роботи важливі для планування відновлення деградованих лісів, поліпшення економічної ефективності насіннєвих садів та управління лісовими ресурсами [42].

У шведських насіннєвих плантаціях відсоток наповненого насіння становить 88% та 73% у верхній та нижній частинах щеплень відповідно. Також вага наповненого насіння коливалася від 6,4 до 6,6 мг. У дослідженні Sivacioglu A. (2010) [41] відсоток наповненого насіння серед клонів коливався від 21,9 до 66,1%. А також вага наповненого насіння коливалася від 8,6 до 13,2 мг. У цьому випадку насіння саду, здається, приблизно вдвічі важче, ніж у досліджуваному саду Туреччини.

Висока варіабельність досліджуваної насіннєвої плантації як між клонами, так і між раметами (щепленнями) вказує на високу селекційну здатність у програмах селекції сосни звичайної. Також високі значення успадкованості для деяких досліджуваних ознак показують високу інтенсивність селекції. Більша варіація всередині клонів, ніж між клонами, підтверджує, що генотипи реагують на неоднорідність площі вирощування в насіннєвому саду.

Тому необхідно звертати увагу на ці ознаки при догляді за існуючими садами або при створенні нових насіннєвих садів. Водночас, дані періодичних та порівняльних експериментів в одному саду підтверджують перспективи селекції

цього виду, а ці результати слугуватимуть зразком для аналогічних оцінок в інших видах [41].

Згідно з даними чеських науковців, у контексті зміни клімату традиційні прогнози генетичного приросту стають ненадійними. Стратегії селекції дерев повинні швидко адаптуватися до змінних умов навколишнього середовища, стаючи саморегульованими. Селекція з використанням методу «рухомого фронту» (Rolling Front Landscape Breeding) це нова концепція, що походить від попереднього підходу «Селекція без селекції», замінює традиційні цикли селекції безперервною оцінкою та відбором. Метод включає генетичну оцінку в лісових насадженнях послідовного віку та широких екологічних градієнтах, що посилює адаптивну реакцію. На відміну від традиційних методів, у селекції з використанням методу «рухомого фронту» немає чітких циклів селекції, що дозволяє насінневим садам залишатися необмежено довго в заданому місці. Цьому сприяє поділ саду на два яруси: резервуарний та основний. Генотипи вищого рангу з популяції-кандидата прищеплюються в резервуар, доки вони не досягнуть репродуктивного віку, після чого вони можуть увійти до основної підмножини. У міру того, як нові насадження поступово досягають віку селекції та проходять періодичну генетичну оцінку, нові генотипи стають доступними в популяції-кандидаті. Це дозволяє періодично переміщувати кандидатів у сад і можливе видалення тих, хто стає генетично неповноцінним або репродуктивно неактивним [33].

Традиційна програма селекції дерев в США зазвичай починалася зі збору фенотипічно вищих батьківських дерев та їх щеплення до генних банків, і на початку вони служили насінневими садами (необробленими). Після тестування потомства, насінневі плантації можуть бути обрізані, щоб включати лише батьківські дерева з високою генетичною цінністю для більшого генетичного приросту. Ця традиційна операція з насінневими плантаціями була дуже ефективною для лісовідновлення на півдні США та принесла значний генетичний приріст у програмі селекції сосни ладанної протягом понад 60 років. Дерев з насінневих плантацій 1-го покоління дали на 7-12% більше об'єму при

зборі врожаю, ніж дерева з дикого насіння, тоді як дерева з плантацій 2-го покоління дали на 21% більше об'єму обороту порівняно з необробленими деревами. Коли насіннєві плантації 2-го покоління обрізаються на основі тестування потомства, генетичний приріст можна ще більше збільшити до 30%. Насіннєві плантації 3-го циклу оцінюються приблизно на 15% у порівнянні з насіннєвими садами 2-го покоління. Крім того, ці насіннєві плантації використовуються для оперативного контрольованого масового запилення з високоцінними генетичними батьками, що може ще більше збільшити генетичний приріст (до 60%) шляхом збільшення інтенсивності відбору, захоплення неадитивної генетичної варіації та усунення забруднення пилом.

З появою нових циклів генетичних матеріалів, ці традиційні насіннєві плантації тепер служать селекційними садами з верхівковим щепленням, наприклад, щойно відібрані молоді дерева з тестів потомства з найкращими генетичними цінностями безпосередньо щеплюються на верхівку існуючих та зрілих насіннєвих дерев для раннього цвітіння. Цей підхід був успішно використаний у селекції сосни ладанної і значно скоротив цикл розмноження. З розвитком 4-го циклу розмноження, цей метод верхівкового щеплення використовується для початку 5-го циклу розмноження. Завдяки нещодавно розробленій геномній стратегії розмноження, молоді матеріали з геномної селекції будуть щеплені на зрілі насіннєві дерева для подальшого скорочення циклів розмноження [32].

Протягом останніх п'ятдесяти років програмі покращення дерев у Північній Кароліні (North Carolina State University – Industry Cooperative Tree Improvement Program) вдалося досягти суттєвого прогресу у виведенні генетично вдосконалених південних сосен, що стало ключовим чинником для розвитку плантаційного лісівництва на півдні США. Завдяки застосуванню наукових принципів селекції створено родини сосни лоблолі (*Pinus taeda*), які забезпечують на 30–50% більше деревини з одного акра у порівнянні з матеріалом, доступним півстоліття тому. Ці нові генотипи відзначаються підвищеною стійкістю до фузиформної іржі, кращою якістю деревини (завдяки

більшій прямизні стовбура та стійкості до хвороб), а також широкою адаптованістю до різних типів місцезростань і лісогосподарських систем. За умови використання найкращого селекційного матеріалу та належного догляду середньорічний приріст може становити близько 300 куб. футів на акр, що вдвічі перевищує показники попередніх поколінь плантацій.

Селекція дерев стала стандартним інструментом у програмах відновлення сосни лоблолі та є невід'ємною частиною сучасного лісівництва. У 2000-х роках щороку висаджувалося близько одного мільярда саджанців цього виду, сьогодні цей показник становить приблизно 850 мільйонів, і всі вони походять із програм селекційного вдосконалення. Близько 59% площ плантацій сосни лоблолі засаджено генетично поліпшеним матеріалом, що свідчить про масштабний вплив селекції на підвищення продуктивності, стійкості та економічної ефективності лісового господарства в південних штатах США [34].

У Бельгії до 2030 року регіональному уряду Фландрії необхідно створити додаткові 10 000 гектарів лісів. Через повільні темпи природного відновлення лісів у нелісистих районах потрібна значна кількість посадкового матеріалу. Цей високий попит на лісовий репродуктивний матеріал (ЛРМ) призвів до дефіциту існуючих поставок. ЛРМ стосується насіння, рослин та частин рослин, які використовуються для посадки нових лісів та інших видів посадки дерев. ЛРМ збирають із зареєстрованих материнських дерев (тобто базового матеріалу) для забезпечення простежуваності. Сертифікація ЛРМ гарантує його походження та якість. Щоб вирішити проблему дефіциту, Науково-дослідний інститут природи та лісу (INBO) співпрацював з Фламандським агентством природи та лісів (ANB), яке володіє більшістю насінневих садів та сектором розсадників дерев, а також здійснює заготівлю та комерціалізацію. Було прийнято рішення проблеми дефіциту ЛРМ за допомогою трьох підходів. По-перше, проаналізовано існуючі насінневі плантації, щоб виявити фактори, що спричиняють зниження виробництва насіння. По-друге, розмноження матеріалу, використовуючи різні методи для розширення або омолодження державних насінневих садів. Нарешті, розмножений матеріал з державних насінневих плантацій надається для

створення приватних насінневих плантацій. Протягом проекту було виявлено численні недоліки в існуючих насінневих плантаціях, такі як доступність світла та методи обрізки; було визначено різні недоліки та області для покращення в існуючих насінневих плантаціях, такі як доступність світла, методи обрізки або хвороби. На щастя, багато недоліків є тимчасовими та їх можна пом'якшити, коригуючи методи управління. Матеріал, який використовується для розширення та будівництва насінневих плантацій, як приватних, так і державних, розмножується клонально, що забезпечує однорідну якість. Різні методи розмноження, включаючи живці м'яких та листяних порід, щеплення та підщепи, використовувалися з різним ступенем успішності. Тим не менш, протягом першого року проекту було досягнуто значного прогресу в розмноженні матеріалу [44].

Саксонія, одна з 16 німецьких федеральних провінцій, розташована на південному сході Німеччини. Вона охоплює відносно різні регіони вирощування на досить невеликій території. Три найважливіші регіони стосуються низьких гірських хребтів (наприклад, Рудних гір) уздовж південного кордону з Чехією (середньородючі та прохолодніші, кількість опадів $p \ 550 \leq 830$ мм), родючих горбистих лесових районів у перехідній зоні та плейстоценових низовин у басейнах з родючими ґрунтами (суглинки, мули) або з бідними піщаними ґрунтами в більш континентальному кліматі з $p \approx 500$ мм. Таким чином, Саксонське державне лісове підприємство (SBS) відповідає за стале лісове господарство у великій різноманітності різних типів лісів у саксонських державних лісах (205 370 га, = 39,5% від загальної площі саксонських лісових угідь). Однак, після останніх 30 років активної екологічної реструктуризації лісів, ялина звичайна (*Picea abies*) та сосна звичайна (*Pinus sylvestris*) залишаються основними видами. Це є наслідком приблизно 200 років антропогенних змін у видовому складі в бік ефективного постачання деревини для задоволення потреб у деревині гірничодобувної промисловості, будівництва та целюлозно-паперової галузі. Сьогодні різкі втрати цих хвойних деревних насаджень спричинені все ще

триваючими кліматичними змінами з частішими посухами та штормами, за якими слідують драматичні лиха, спричинені короїдами.

Створення кліматично стійких (тобто генетично різноманітних) насаджень, що містять не лише місцеві види або походження, призводить до зростання попиту на лісовий репродуктивний матеріал, який не може бути задоволений лише затвердженими насіннєвими насадженнями в майбутньому. Оскільки немає відповідних приватних операцій у створенні джерел лісового насіння (відповідно до федерального закону про лісовий репродуктивний матеріал FoVG), SBS бере на себе відповідальність за всі саксонські ліси, впроваджуючи 5-річну програму насіннєвих плантацій. Його метою є оцінка існуючих насіннєвих плантацій, визначення чітких операційних обов'язків за управління насіннєвими плантаціями, підтримка/доповнення існуючих плантацій для досягнення юридичного схвалення (FoVG), а також створення приблизно шести нових насіннєвих плантацій відповідно до певних пріоритетів видів [37].

Оперативна селекція для покращення лісових дерев практикується вже століття, і в лісах по всьому світу досягаються значні успіхи. Більшість програм з самого початку стикалися з трьома проблемами: необхідністю розробки кількох зон розмноження та впровадження, щоб врахувати взаємодію кліматично обумовленого генотипу з середовищем; проблемами з точністю відбору ознак, що проявляються на стадії зрілості, через помірну/низьку кореляцію між ювенільною та зрілою особинами; та ускладненням швидкого та масштабного розмноження покращених дерев за низьких витрат. Вегетативні методи розмноження були розроблені для багатьох видів, щоб вирішити проблему розмноження, але вони використовуються лише для кількох родів та окремих зон розмноження – головним чином через вищу вартість, порівняно з виробництвом розсади. Натомість, насіннєві плантації з моменту початку селекційної роботи, були найважливішим засобом впровадження покращеної зародкової плазми для більшості видів. Успіх насіннєвих плантацій також пов'язаний з проблемами, зокрема недосконалою точністю відбору, селекцію дерев (за деякими винятками)

рідко можна практикувати на основі точного розгортання високопородних сортів. Таке генетично точне розгортання стає ще менш актуальним для видів дерев з тривалою ротацією в умовах частково непередбачуваних майбутніх змін клімату. Натомість, стійкість та стійкість, що сприяє генетичному різноманіттю, може стати метою селекції як такою, і тут розмноження насіння може бути перевагою.

Однак розмноження насіннєвих плантацій не обійшлося без проблем. Генеративне розмноження серед дерев у насіннєвій плантації за своєю природою є випадковим процесом, і результат з точки зору врожаю насіння варіюється залежно від низки факторів, які частково залежать від біології виду, але також залежать від розташування, генетичного складу, дизайну, умов росту, навколишніх лісів та щорічних коливань клімату в насіннєвій плантації. Фактори, які можуть призвести до значного відхилення насіннєвого врожаю від очікуваного генетичного складу та генетичної цінності, і тому їх загалом називають дисфункціями насіннєвих плантацій. Тут ми розглядаємо приклади, коли варіації в репродуктивній фенології призвели до таких дисфункцій. Приклади включають проблеми з низьким відсотком гібридів в насіннєвих плантаціях, високий рівень самозапилення, підвищене забруднення пилом, а також менш помітний вплив на генетичне різноманіття та генетичну цінність [21].

У Південній Кореї насіннєві плантації є основним інструментом для впровадження покращень, отриманих завдяки програмам селекції дерев, та забезпечення постійного постачання генетично покращеного насіння. Досягнення генетичного приросту та моніторинг генного різноманіття шляхом відбору та розмноження вивчалися з урахуванням таких факторів, як інтенсивність відбору; генетична цінність; спільне походження; варіації фертильності; та забруднення пилом.

Оптимальна мета насіннєвої плантації досягається, коли популяція плантації знаходиться в ідеалізованій ситуації, тобто панміксія, рівний внесок гамет від усіх батьківських генотипів, неспорідненість та відсутність

забруднення пилком. Однак на практиці, через спорідненість між батьками, варіації у клональній фертильності та кількості рамет, а також міграцію генів ззовні, реалізований генетичний приріст та генне різноманіття відхиляються від очікуваних. У цьому дослідженні генетичну цінність плантаційних культур (генетичний приріст) можна збільшити шляхом селективного збору врожаю, генетичного проріджування обох. Статусний номер використовувався для моніторингу втрати генного різноманіття в процесі одомашнення лісових дерев, і розраховано, що він є досить високим у більшості насіннєвих садів. Плодючість батьків оцінювали на основі оцінки цвітіння або насіннєвого виробництва, що, як було показано, перебуває під сильним генетичним контролем. Варіації плодючості серед батьківських рослин у саду були загальною рисою та знижували прогнозовану генну різноманітність садової культури. Варіації плодючості серед батьків можна було описати коефіцієнтом сібсів (спорідненості). При розрахунку сібсового коефіцієнта можна було враховувати, окрім варіації плодючості, фенотипову кореляцію між материнською та батьківською плодючістю, а також забруднення пилком. Номер статусу збільшували шляхом контролю батьківської плодючості, наприклад, рівний збір насіння, змішування насіння в рівних пропорціях та балансування батьківського внеску. Зрівнюючи жіночу плодючість серед надмірно представлених батьків, можна було досягти сприятливого компромісу між генною різноманітністю та насіннєвим виробництвом. Якщо номер статусу плантаційної культури недостатньо великий, у наступних поколіннях можуть виникнути втрата генної різноманітності, випадковий дрейф частоти генів та потенційні проблеми інбридингу. Генетичні втрати або ерозія не викликали занепокоєння під час одомашнення лісових дерев, оскільки велика кількість батьківських рослин зазвичай використовується в насіннєвих садах першого покоління. Розуміння репродуктивних процесів та моніторинг впливу методів управління є важливими для максимізації генетичного приросту та підтримки сталого генного різноманіття в програмах насіннєвих плантацій [30].

Також було вивчено вплив варіацій клональної фертильності на генетичний прогрес у насіннєвій плантації *Pinus densiflora* другого покоління, розташованому в Чхунчхоні, Республіка Корея, заснованому у 2014 році. Дослідження проводилось на 42 клонах, що охоплюють 1300 раметів, з 2020 по 2023 рік, щоб оцінити репродуктивні ознаки для розуміння генетичної мінливості та успадковуваності. За допомогою аналізу дисперсії (ANOVA) та порівняння генетичних переваг, отриманих на основі специфічної комбінаційної здатності (SCA), з тими, що були скориговані за ознаками фертильності, було відзначено значну генетичну мінливість.

Оцінки успадковуваності протягом багатьох років для жіночих та чоловічих стробілів, шишок та шишок були надійними ($0,69 \pm 0,09$, $0,58 \pm 0,13$, $0,63 \pm 0,11$ та $0,55 \pm 0,15$ відповідно). Незважаючи на це, скориговані на родючість генетичні прирости показали тенденцію до зниження з 21,02% у 2020 році до 10,77% до 2023 року. Натомість, оцінки генного різноманіття зросли протягом цього періоду під впливом темпів виробництва жіночих та чоловічих стробілів, шишок та шишок. Результати дослідження підкреслюють необхідність стратегічного управління клонами, включаючи повторний відбір на основі родючості та генетичних приростів, а також впровадження генетичного проріджування або селективного збору врожаю для підвищення якості та кількості виробництва шишок. Цей підхід є ключовим для розвитку майбутніх поколінь садів, особливо при виборі клонів та проектуванні планування з урахуванням градієнта місцевості [29].

Досвід вирощування насіннєвих садів на Тихоокеанському Північному Заході США сягає початку 1950-х років. Ранні сади щепленої дугласії зіткнулися з пізньою несумісністю щеплень, що призвело до переходу до створення насіннєвих саджанців повноцінних сібсів у 1970-х роках, доки не були розроблені сумісні з щепленнями підщепи. Несумісність щеплень не була проблемою для інших видів хвойних порід. Насіннєві плантації були створені в різних місцях, зокрема поблизу Тихого океану, глибоко в лісах та на високих висотах. Найкращі результати отримують у помірних сільськогосподарських

районах з весняною посухою, таких як долина Вілламетт в Орегоні та аналогічні середовища у західному Вашингтоні. Щеплення на підщепу, встановлену в полі, було поширеним явищем колись, але зараз щеплення здебільшого проводиться в теплицях на горщиках. Щеплені підщепи зазвичай тримають ще 8-12 місяців перед висадкою. Добре керовані програми «горщикового щеплення» або «лавичного щеплення» можуть привести до понад 95% виживання щеплень, швидкого зростання в перший рік, однорідних садів та значного покращення умов праці для працівників порівняно з польовим щепленням. Відстань між клонами варіюється від 120 раметів на гектар (р/га) до 480 р/га, щоб краще використовувати простір для вирощування в перше десятиліття. Рамети, створені зі зрілими фенотипами на високих висотах, були створені з щільністю до 652 р/га. Одна організація зосереджується на плантаціях з живоплотами з ще вищою щільністю. Були розроблені інструменти (такі як подвійне перекриття) для отримання стабільних врожаїв шишок та високої врожайності насіння (боротьба з комахами). Сади також успішно створюються та обробляються для західної тсуги, благородної ялиці, західного червоного кедра, цукрової сосни та сосни жовтої. Зі зростанням середніх температур, виникненням екстремальної спеки та посиленням літніх посух через зміну клімату деякі місця для садів можуть стати менш життєздатними; Сади на сухих ділянках, що залежать від зрошення, також можуть зіткнутися з проблемами [20].

Чеськими дослідниками для сосни звичайної було проведено аналіз ДНК 13 модельних субпопуляцій з використанням 14 позитивно верифікованих ядерних мікросателітних маркерів. Дослідження також включало субпопуляції з екстремальних середовищ існування, а саме три субпопуляції, що ростуть на серпентині та одну популяцію з гірського ареалу поширення гірської сосни У підсумковій оцінці можна стверджувати, що всі популяції демонструють вищі значення генетичного різноманіття, що виражається середньою кількістю різних алелів (10,00–11,29) та через інформаційний індекс Шеннона (1,63–1,79). Частка спостережуваних гетерозигот у популяціях коливалася від 56 до 65%. Згідно зі значеннями F_{ST} , взаємні відмінності між субпопуляціями невеликі, але не

незначні, що доводить структурованість популяцій сосни звичайної. Спостерігалася дуже низька залежність між генетичними та географічними відстанями, проте наближення трьох популяцій на дендрограмі. Пояснення низької генетичної та географічної кореляції може бути пов'язане з історичним розвитком, коли представництво соснових насаджень значно зросло з середини 19 століття завдяки новим насадженням, створеним з імпортованого насіння різного походження (значна частка також з-за кордону). Шляхом взаємної гібридизації та впливу місцевих кліматичних умов і господарських втручань поступово створювалися культурні сорти, деякі з яких також мали економічну цінність [35].

Класична селекція лісових рослин включає безперервні цикли відбору та контрольованого схрещування відібраних особин. Відбір здійснюється на основі прояву однієї або кількох цільових ознак. Ступінь контролю під час схрещування може варіюватися за інтенсивністю: при повному контролі існує фіксована схема схрещування між окремими особинами; крім контрольованих схрещувань із сумішами пилку, часто використовується також виробництво насіння від вільного запилення. У насінневих плантаціях внесок пилку принаймні частково контролюється просторовою ізоляцією від інших насаджень того ж виду та розташуванням партнерів для спарювання в межах насінневої плантації. Під час виробництва насіння в попередньо відібраних лісових насадженнях (відібраний матеріал для розмноження, випробуваний матеріал для розмноження) контролюються лише материнські внески, але не склад пилку. Найширшим етапом селекції лісових рослин є відбір відповідних походження шляхом проведення випробувань потомств. Найбільший прогрес у селекції досягається шляхом культивування клонів або сумішей клонів.

Сосна звичайна – це вид дерев, який на сьогоднішній день найінтенсивніше селекційно вирощується в Німеччині. Це видно з великого обсягу перевіреного та кваліфікованого розмножувального матеріалу ($> 70\%$), переважно з насінневих плантацій. Покращення форми на сьогоднішній день становить 30%, а зростання – 15%. Але навіть із сосною ми лише на початку систематичної

програми селекції в Німеччині. Потенціал з точки зору росту та адаптації до клімату не був повністю використаний.

Для найважливішої породи дерев у Німеччині, як за площею, так і за щорічною заготівлею деревини – ялини – селекційна діяльність на сьогоднішній день була нижчою, ніж для сосни. Менше 21% лісового репродуктивного матеріалу для штучного відтворення в останні роки було класифіковано як «перевірений» та «кваліфікований» репродуктивний матеріал. Щодо цього виду дерев, ми також лише на початку систематичної програми селекції.

Варті уваги зусилля Нижньої Саксонії та Гессена до 1990-х років щодо просування вирощування елітних клонів. Хоча дугласія все ще має невелику площу, вона вважається однією з майбутніх видів дерев в умовах зміни клімату. Подібно до ялини, поточний запас покращеного репродуктивного матеріалу низький і становить менше 15%. Як і у випадку з ялиною, насіннєвих плантацій все ще замало. Щодо багатоплодних листяних видів дерев у Німеччині (бук, дуб) майже вся попередня робота була зосереджена на відборі насіннєвих запасів та випробуваннях потомств.

Крім того, відбір дерев та створення насіннєвих плантацій на сьогоднішній день майже не проводилися і не є варіантом через тривалі періоди до досягнення репродуктивної здатності та величезні площі, необхідні для цього.

У Німеччині наявність високоякісного розмножувального матеріалу значно варіюється залежно від виду дерева (сосна > 70%, дуб <5%). Розмножувальний матеріал для штучного відтворення надходить в основному із затверджених насаджень (відібраний розмножувальний матеріал) і тому мало покращений з точки зору селекції. У Німеччині існують лише рудиментарні, послідовні програми селекції. Найбільший прогрес на сьогодні – не в останню чергу завдяки інтенсивній селекції був досягнутий з сосною звичайною. Сучасні методи (біотехнологія, геномна селекція, соматичний ембріогенез) ще не використовувалися. Однак, є численні приклади успішних програм селекції за кордоном. Ефективна програма селекції зі значним покращенням цільових ознак включає відбір плюс-дерев, створення насіннєвих плантацій, тестування

потомства, управління спорідненістю та генетичним різноманіттям, відбір плюс-дерев *in situ* з подальшим тестуванням потомства є швидшим тимчасовим рішенням (до використання насіннєвих плантацій) для забезпечення більш стійкого розмножувального матеріалу, наприклад, у ясена проти відмирання ясена. У Німеччині ефективні програми селекції, найімовірніше, будуть доцільними та доцільними для хвойних та швидкозростаючих листяних видів дерев, таких як тополя, береза, вільха, ясен, клен та липа, а також для немісцевих листяних видів дерев (наприклад, горіх, тюльпанове дерево).

Для бука та дуба більше перевіреного розмножувального матеріалу можна було б отримати шляхом систематичного тестування посівів насаджень. Важливі аспекти включають: тестування з саджанцями з кількох років одного насадження, єдині стандарти, тестування в кількох дуже різних умовах навколишнього середовища, включаючи теплі та сухі райони за кордоном. У затверджених лісозаготівельних насадженнях пріоритетом лісового господарства має бути виробництво насіння. Кількість потенційних насіннєвих дерев не повинна обмежуватися заготівлею деревини або сильним проріджуванням. Контрольоване схрещування та тестування потомства потребують багато часу. Альтернативні підходи включають потомство від вільного запилення та реконструкцію партнерів для спарювання за допомогою аналізу походження. Час також можна заощадити у вже добре структурованих програмах селекції (наприклад, сосна звичайна) за допомогою геномної селекції.

У майбутньому слід звернути увагу на автоматизацію вимірювання фенотипів. Цілі селекції слід переглянути з урахуванням зміни клімату. У сфері фундаментальних досліджень необхідно продовжувати вивчати потенціал та ризики біотехнології [43].

В Німеччині за період 2005–2008 рр. створено 34 нові насіннєві плантації загальною площею 51,3 га. Головні види: ялиця біла (*Abies alba*), європейська модрина (*Larix decidua*), липа дрібнолиста (*Tilia cordata*), черешня (*Prunus avium*), європейська ялиця, ялиця кавказька та ін. Створено 240 клонів, що зберігаються в архівах, серед яких ялиця біла, європейська смерека (*Picea abies*), чорна тополя

(*Populus nigra*), європейська модрина, осика (*Populus tremula*). Загалом у 2005–2007 рр. заготовлено 2,6 млн кг насіння, найбільші обсяги припадають на дуб звичайний та скельний – понад 1,6 млн кг, бук лісовий (*Fagus sylvatica*) – 424,6 тис. кг, черешня (*Prunus avium*) – 82,6 тис. кг, дуб червоний (*Quercus rubra*) – 268,8 тис. кг. Всього для господарсько-важливих деревних порід, що підпадають під дію закону FoVG, існує 1284 in-situ популяцій (5819,6 га), 3778 плюсових дерев, 24 ex-situ об'єкти (21,1 га); для рідкісних деревних і чагарникових порід – 883 in-situ популяції (2329,7 га), 4317 плюсових дерев, 166 in-situ популяцій чагарників (75,8 га). У сховищах закладено 82,5 т насіння (більшість – бук і дуб) та 21 зразок пилку (переважно види тополь). У період 2005–2008 рр. у Німеччині відбувалося масштабне розширення селекційної бази: створення десятків насіннєвих плантацій, закладання сотень клонів у архівах, інтенсивна заготівля та консервація насіння, що забезпечило фундамент для стабільного постачання селекційно цінного садивного матеріалу й довготривалого збереження генетичної різноманітності лісів [26].

Також в Німеччині проводили випробування насінних потмств сосни звичайної. У 1975 році було створено експериментальну серію в шести різних місцях у східній частині Німеччини, яка охопила загалом 76 походження з Центральної та Східної Європи. Одинарні випробування являють собою повноцінні блокові схеми з 4 блоками. Спочатку було посаджено 100 дерев на ділянку з відстанню 2,0 x 0,5 м. Відібрані походження були представлені щонайменше 25 деревами. Ці дослідження були проведені на двох експериментальних ділянках у Нойштреліці та Вайсвассере з різними кліматичними, але схожими ґрунтовими умовами, коли насадженням було 20 років. На кожній ділянці вимірювали діаметр на відстані 1,3 м для 25 дерев на ділянку (75 дерев на провенанс) та фіксували висоту для 5 дерев на ділянку (15 дерев на провенанс) з діаметром, близьким до діаметра середньої площі дерева прикореню. Крім того, було встановлено коефіцієнт виживання. Потомства не були проріджені. Багатовимірне обчислення даних ізозимів за допомогою аналізу головних компонентів може відображати багатолокусну схожість

популяцій. Більшість потомств дуже схожі одне на одне, за винятком окремих популяцій. Слабка диференціація за географічним походженням популяцій була помітна за концентрацією найсхідніших походження. Таким чином, на багатолокусну структуру більше впливала структура насінневої партії, ніж умови навколишнього середовища на двох ділянках. Звичайно, генетична структура насінневого матеріалу змінювалася не лише залежно від регіону походження, але й перекривалася структурою випадково вибраних материнських дерев. Тим не менш, спостережувані відмінності в кількох окремих локусах між експериментальними ділянками, заснованими на ідентичних насінневих партіях.

Загальноприйнятим способом генетичної інвентаризації є збір матеріалу з початкових місць. Досі не було зроблено жодної спроби оцінити вплив умов місцевості у випадку використання матеріалу з випробувань за походженням. Представлені дані показують, що здається можливим використовувати випробування потомств для генетичних інвентаризацій, якщо збір матеріалу на початкових місцях неможливий. Але інтерпретація на рівні ефектів окремих локусів повинна бути обережною. Більш надійних результатів можна очікувати, якщо до досліджень включено більше одного місця випробувань походження.

Попередні дані вказують на те, що вибір походження для створення насадження є дуже важливим, незважаючи на очевидну пластичність вихідного рослинного матеріалу. Подальші дослідження з додатковими експериментальними ділянками у випробуванні походження нададуть дані про вплив ведення лісового господарства [27].

Критеріями математичного відбору плюсових дерев на пробних ділянках є, перш за все, діаметр і висота росту, а також життєздатність і якість. Пробні ділянки, створені відповідно до наукових принципів, дозволяють об'єктивно порівнювати різних «тестових суб'єктів», таких як потомство різних материнських дерев. Це дозволяє відбирати найбільш підходящих універсалів з широкими градієнтами навколишнього середовища та хорошою адаптивністю, а також спеціалістів для конкретних місць або умов.

Якщо на пробних ділянках на основі оцінки були виявлені плюсові дерева та розташовані в лісі, вибрані характеристики оцінюються на місці. Важливі якісні характеристики включають, наприклад, прямий стовбур, відносно низьку щільність і товщину гілок, великий кут гілок, стеблоподібну верхівку та відсутність скрученого росту. Тестування потомства дозволяє визначити спадкову або племінну цінність відповідних батьківських дерев, щоб також відібрати високопродуктивні селекційні дерева. На сьогоднішній день у рамках проекту (станом на червень 2016 року) було відібрано понад 2958 нових плюсових дерев, а їхнє розташування та характеристики керуються в базі даних проекту. До кінця 2016 року планується висадити 4200 плюсових дерев. Вони складають основу для новоствореної племінної популяції. Хоча значна частина плюсових дерев відібрана у випробуваннях, відбір також проводиться у затверджених насінневих насадженнях. Після відбору плюсові дерева розмножуються шляхом щеплення. Мета полягає в тому, щоб зберегти генетичну інформацію цих дерев у клонових архівах на тривалий термін та використовувати її для створення нових високопродуктивних насінневих садів. Для цього сертифіковані альпіністи взимку збирають живці з крон плюсових дерев, які потім використовуються для щеплення на підщепи. Паралельно з щепленням також проводиться генетична характеристика (генетичний дактилоскопічний аналіз) усіх відібраних плюсових дерев.

На сьогоднішній день у рамках проекту було відібрано понад 2958 нових плюсових дерев (станом на червень 2016 року), а їхнє розташування та характеристики керуються в базі даних проекту. До кінця 2016 року планувалось відібрати 4200 плюсових дерев. Вони складають основу для створення нової племінної популяції. Хоча значна частина плюсових дерев відібрана у випробуваннях, відбір також відбувається у затверджених насінневих насадженнях.

Після відбору, плюсові дерева розмножуються шляхом щеплення з метою збереження генетичної інформації цих дерев у архівах клонів на тривалий термін та використання її для створення нових, високопродуктивних насінневих садів.

Для цього сертифіковані альпіністи збирають взимку живці з крон плюсових дерев, які потім використовуються для щеплення на підщепи. Паралельно з щепленням також проводиться генетична характеристика (генетичний відбиток) усіх відібраних плюсових дерев [28].

В Туреччині велика кількість репродуктивного матеріалу необхідна для збереження існуючого запасу лісу сосни звичайної, навіть для продовження тенденції зростання шляхом відновлення деградованих територій. Наразі в Туреччині є 21 насіннева плантація сосни звичайної на площі 114 га, лише 9,2% річної потреби в насінні для плантацій покривалося плантаціями на початку тисячоліття. Однак існують певні проблеми з виробництвом насіння на цих насінневих плантаціях. Незважаючи на те, що більшість сортів походять з фенотипово відібраних насінневих насаджень, насінневі плантації поступово стають дедалі важливішими. Високий та генетично покращений урожай насіння з насінневої плантації є невід'ємною частиною успіху програми селекції дерев.

Більше того, клонові насінневі плантації є одним з важливих джерел насіння для лісових плантацій. А також, ці джерела насіння становлять важливу ланку між селекцією дерев та плантаційним лісівництвом. За останні роки досягнуто значного прогресу в розумінні репродуктивної біології хвойних дерев у насінневих плантаціях. Відмінності в рості та інших ознаках у насінневих плантаціях впливатимуть на врожай насіння. Економіка насінневих плантацій залежить від високого виробництва насіння, яке зручно збирати. Таким чином, важливо отримати інформацію про варіації репродуктивних ознак. Виробництво насіння та пилку, а також можливість збору шишок залежать від розміру та морфології дерева. Важливо знати, як змінюються репродуктивні ознаки та як вони пов'язані з ознаками росту [40].

Також продовжується вивчення генетичної різноманітності та постльодовикової історії колонізації сосни звичайної (*Pinus sylvestris*) у Європі. Аналіз мітохондріальних маркерів (*nad1* intronB/C, *nad7* intron1) та ядерних мікросателітних маркерів (SSR) показав, що популяції Румунії містять приблизно порівну гаплотипи ВА та АА, тоді як у Швеції переважає гаплотип

АА, що відповідає географічному розташуванню країни. Це свідчить про складну історію міграцій після останнього льодовикового періоду, коли генофонд формувався через переміщення з льодовикових рефугій, інтенсивний обмін генами між популяціями та вплив людської діяльності. Гаплотип АА підтверджує походження з півдня Іспанії, а джерело гаплотипу ВА ще не встановлено, що потребує додаткових досліджень у Центральній Європі, зокрема в Угорщині, щоб визначити його роль у колонізації Румунії. Результати підкреслюють важливість використання комбінації мітохондріальних і ядерних маркерів для відтворення генетичної структури популяцій та маршруту колонізації виду. Це знання є ключовим для збереження генетичного різноманіття сосни звичайної, планування охорони та раціонального управління лісовими ресурсами в Європі.

В Чехії генетичні ресурси рослин та дикорослих видів генетичних ресурсів є потенційно цінними для селекції та подальшого використання людиною. У селекції використовується як широкий спектр місцевих та виведених сортів, так і дикі донори цінних ознак (стійкість до біотичних та абіотичних факторів). Дикі генетичні ресурси знаходяться в дикій природі, де вони залежать від зовнішніх умов навколишнього середовища, а також перебувають під впливом діяльності людини. Їм можуть загрожувати різні впливи, а в крайніх випадках навіть зникнення. Однак, якщо вони не є рослинами, що знаходяться під загрозою зникнення, вони не в інтересах державної охорони природи [38].

Селекціонер повинен мати якомога ширший спектр генетичних ресурсів, включаючи диких родичів, як поширених у природі, так і зникаючих, зібраних та описаних для своєї роботи. Тут ми також можемо допомогти з їх довгостроковим збереженням, передаючи їх на збереження *ex situ* та підтримуючи точно визначені клони. Збереження диких рослин за допомогою клонових архівів – використання клонових архівів для збереження диких видів, як для консерваційного культивування, так і для довгострокового *ex situ* культивування, має обмежене застосування. Ми в першу чергу намагаємося створити замісну популяцію, щоб зберегти якомога більше внутрішньовидової

мінливості, що насправді є протилежним методологічним підходом. Тим не менш, у деяких випадках створення клонального архіву є корисним.

Що варто зберігати: фіксація безперервної мінливості диких рослин (середні та граничні ознаки), мутації, незвичайні відхилення, міжвидові гібриди, дикі види з економічно або садівничо важливими ознаками. Коли розглядають клональне збереження рослин з природних популяцій: багаторічні трави або деревні рослини; апоміктичні або клональні рослини з невеликою кількістю клонів на ділянці; великий розмір культивованих особин; брак місця для культивування *ex situ*; особини з високою плодючістю, відібрані чоловічі та жіночі особини у дводомних рослин; малочисельні популяції; важко відтворювати (використання лабораторних методів); ризик схрещування або значних змін популяції.

Перевагою клонального збереження є те, що ми можемо точно визначити окремі клони за допомогою морфометрії, біохімічних або молекулярних методів, і таким чином виключити можливі гібридні рослини з культивування.

Ми також можемо відбирати клони, щоб під час контрольованого запилення відтворювати генетично віддалені особини та таким чином отримувати найрізноманітніше потомство. Точно визначені клони можуть бути цікавими для досліджень як в екології, так і в фізіології чи біохімії.

Особливо непридатними для збереження в клонових архівах є рослини з коротким життєвим циклом (терофіти – однорічні або дворічні) та рослини, які не можна розмножувати вегетативно. Відбір рослин, придатних для збереження, слід розглядати на основі вивчення мінливості всередині популяції на місці та біологічних властивостей. Методологічно проблематичними є групи рослин з низькою морфологічною мінливістю та, навпаки, рослини, морфологічні ознаки яких різко відрізняються навіть у однієї особини (наприклад, гетерофілія у плюща) або суттєво залежать від зовнішніх умов чи онтогенезу особини [38].

Науковці Іспанії розробили програмне забезпечення Synchrono.sas, яке підтвердило свою ефективність як інструмент для точного розрахунку індексів синхронізації та створення графічних моделей, які допомагають краще зрозуміти

динаміку процесу цвітіння. У підсумку дослідження доводить, що контроль і оптимізація фенології цвітіння є ключем до підвищення результативності селекційних програм і довготривалої стабільності насіннєвих плантацій [19].

На Волині науковцями тривалий час регулярно проводились дослідження клонів сосни звичайної. Протягом останніх двох десятиліть у Волинській області здійснено низку комплексних досліджень, спрямованих на вивчення генетико-селекційних особливостей сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) та підвищення ефективності лісівничо-селекційної роботи. Основна увага в цих дослідженнях була зосереджена на аналізі плюсових дерев, оцінці їх клонів та вегетативного потомства, що дозволяє формувати надійний генетичний фонд для подальшого використання в насіннєвих плантаціях та генетичних резерватах.

Важливим напрямом стали цитогенетичні та морфометричні дослідження меристем та проростків клонів сосни. У працях Андрєєвої В. В. [2, 3, 9] проведено оцінку рівня ядерцевої активності, мітотичного індексу та інших показників клітинного поділу, що дозволило встановити стабільність генетичного матеріалу та виділити клонально цінні генотипи. Ці дослідження дали змогу визначити, які клональні лінії мають високий потенціал для селекційного відтворення та створення стійких насаджень.

Одним із ключових напрямів були таксаційно-селекційні оцінки клонів та потомств плюсових дерев у природних популяціях. Роботи Войтюка В. П., Андрєєвої В. В. та співавторів [5, 15, 6, 1, 4, 12, 8] містять аналіз морфометричних показників – висоти, діаметру стовбура, форми крони, густоти розгалуження та біометрії хвої – та вивчення взаємозв'язку між вегетативними та генеративними ознаками. На основі цих даних було встановлено, що окремі клональні лінії сосни звичайної демонструють високу спадкову цінність і є придатними для включення до програм селекції та розведення.

Особливу увагу приділено оцінці генофонду сосни у Шацькому регіоні та інших лісових масивах Волині [1, 9]. Аналіз вегетативного потомства плюсових дерев дозволив визначити рівень успадкованості господарсько цінних ознак,

виділити продуктивні та стабільні генотипи та розробити рекомендації щодо їхнього використання у створенні насіннєвих плантацій другого покоління.

Системний підхід, який поєднував польові таксаційні методи з цитогенетичним аналізом, забезпечив комплексну характеристику внутрішньопопуляційної варіабельності сосни звичайної у Волинському регіоні. Результати цих досліджень мають практичне значення для лісівництва: вони сприяють підвищенню продуктивності насаджень, збереженню та поповненню генетичного фонду, а також вдосконаленню програм селекційного відтворення сосни в умовах Центральної та Східної Європи.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Природно-кліматичні умови регіону дослідження

Клімат району розміщення лісового господарства помірно-континентальний і характеризується порівняно м'якою зимою, теплим літом і значною кількістю опадів. Коротка характеристика кліматичних умов території лісового господарства. Із кліматичних факторів, що негативно впливають на ріст і розвиток лісових насаджень є пізні весняні та ранні осінні заморозки. В цілому кліматичні ведення лісового господарства. Це підтверджується наявністю насаджень високих бонітетів: сосни, дуба, берези, вільхи. Територія надлісництва за характером рельєфу відноситься до рівнинних. За ступенем вологості більша частина ґрунтів відноситься до свіжих [13].

2.2. Об'єкт і методика досліджень

Архівно-маточна плантація створена восени 1981 р., площа 1,8 га у Ковельському лісництві (рис. 2.1, 2.2). Розміщення посадкових місць – 8 x 8 м, рядами. Клони були введені з плюсових дерев Шацького національного природного парку (Шс-8, 11-15) і ДП „Шацьке учбово-досвідне лісове господарство” (Шш-19–21, 23, 25–27). Тип лісорослинних умов – свіжий субір, ґрунт – дерново-підзолистий супіщаний, рельєф рівнинний. Підготовка ґрунту після реконструктивної рубки здійснювалась шляхом розкорчовування та виривання пнів підричним способом, планування, глибокої оранки, дискування та боронування [10].

Висоту дерев вимірювали висотоміром, діаметр – на висоті 1,3 м за допомогою мірної вилки.

В роботі використані методи варіаційної статистики [14].

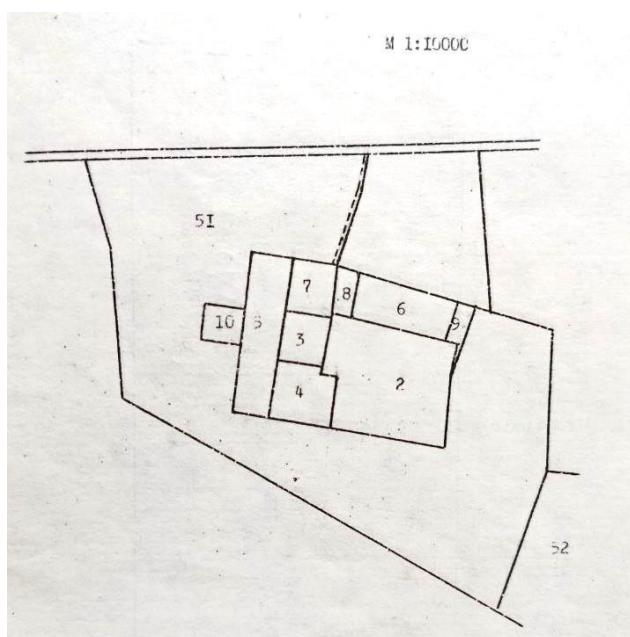


Рис. 2.1. Схема розміщення лісонасінних і архівно-маточних плантацій у кв. 51 Ковельського лісництва (під номером 7 – досліджувана плантація)



Рис. 2.2. Архівно-маточні плантації у Ковельському лісництві



Рис. 2.3. Проведення біометричних вимірювань дерев

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Архівно-маточна плантація сосни звичайної зростає в умовах свіжого субору Ковельського лісництва Ковельського надлісництва, у 38-річному віці мала І^a бонітет і характеризується добрим станом.

Згідно з даними, люб'язно наданими Войтюком В. П., середня висота клонів у 38-річному віці становила 17,8 м, з лімітами середніх висот від 16,0 до 19,9 м (табл. 3.1). Коефіцієнт варіації середніх висот клонів знаходився в межах 4 – 11% і середньому становить 8%, що свідчить про низьку мінливість.

Перевищували за висотою середнє значення 2 клони Шацької ценопопуляції (Шш-20 і Шш-27), що складає 15,4% від загальної кількості представлених клонів (табл. 3.2). Перевищення за висотою становило в середньому 10,4%. Достовірно відстав у рості у висоту клон Шс-14 на 10%.

Таблиця 3.1

Варіаційно-статистичні показники висоти клонів

Варіант	M ± m	s	V, %	P, %	t
Шс-8	17,7 ± 0,24	0,7	4,2	1,3	-0,18
Шс-11	16,7 ± 0,32	1,1	6,9	1,9	-1,85
Шс-12	17,9 ± 0,43	1,2	6,7	2,4	0,15
Шс-13	17,5 ± 0,79	2,1	11,9	4,5	-0,32
Шс-14	16,0 ± 0,41	1,4	8,5	2,6	-2,78
Шс-15	17,6 ± 0,64	2,0	11,5	3,6	-0,25
Шш-19	17,5 ± 0,42	1,2	6,8	2,4	-0,46
Шш-20	19,9 ± 0,43	1,1	5,7	2,2	3,18
Шш-21	18,5 ± 0,46	1,3	7,1	2,5	1,03
Шш-23	18,2 ± 0,78	2,1	11,3	4,3	0,43
Шш-25	18,1 ± 0,58	1,7	9,6	3,2	0,39
Шш-26	17,6 ± 0,38	1,2	6,9	2,2	-0,32
Шш-27	19,4 ± 0,67	2,1	11,0	3,5	1,91
Середнє	17,8 ± 0,50	1,4	8,1	2,8	-

Вивчення динаміки росту клонів показало, що за останні роки відбуваються зміни ростових процесів, як за висотою, так і за діаметром (табл. 3.2, 3.3).

Таблиця 3.2

Категорії клонів плюсових дерев сосни звичайної за висотою
на архівно-маточній плантації в різному віці, %

Категорія клонів	Архівно-маточна плантація (вік)	
	38	44
Клони з достовірно вищою висотою за середнє по плантації	15,4	15,4
Клони з середньою висотою по плантації	76,9	69,2
Клони з достовірно нижчою висотою	7,7	15,4

Таблиця 3.3

Категорії клонів плюсових дерев сосни звичайної за діаметром
на архівно-маточній плантації в різному віці, %

Категорія клонів	Вік	
	38	44
Клони з достовірно вищим діаметром за середнє по плантації	7,7	15,4
Клони з середнім діаметром по плантації	84,6	53,8
Клони з достовірно нижчим діаметром	7,7	30,8

Достовірно перевищував середній міжклоновий діаметр варіант Шс-8 в середньому на 22% (табл. 3.4). Достовірно відстава в рості за діаметром клон Шс-15 в середньому на 14,3%. Решта варіантів за діаметром стовбурів не відрізнялись між собою (табл. 3.4). Клон Шс-15 відстає за діаметром ще з 13-річного віку [5].

До кращих клонів, які по об'єму стовбурів у віці 38 років достовірно вищі від середнього міжклонового значення, відносяться 15,4% всіх потомств (Шс-8, Шш-20) з перевищенням в середньому на 22,6% (табл. 3.5, рис. 3.1). До гірших клонів, які по об'єму достовірно нижчі від середнього міжклонового значення, відносяться 15,4% всіх потомств (Шс-14 і 15) з відставанням в середньому на 28,8%.

Таблиця 3.4

Варіаційно-статистичні показники діаметру клонів

Варіант	M $\pm$ m	s	V, %	P, %	t
Шс-8	46,0 $\pm$ 2,23	7,1	15,4	4,9	2,95
Шс-11	35,4 $\pm$ 2,11	7,6	21,5	6,0	-0,84
Шс-12	40,5 $\pm$ 2,32	6,6	16,2	5,7	0,97
Шс-13	39,6 $\pm$ 2,17	5,8	14,5	5,5	0,69
Шс-14	33,4 $\pm$ 1,68	5,6	16,7	5,0	-1,79
Шс-15	32,3 $\pm$ 1,51	4,8	14,8	4,7	-2,36
Шш-19	35,4 $\pm$ 1,46	4,1	11,6	4,1	-1,02
Шш-20	41,8 $\pm$ 1,67	4,4	10,6	4,0	1,71
Шш-21	38,9 $\pm$ 2,33	6,6	16,9	6,0	0,41
Шш-23	39,7 $\pm$ 1,18	3,1	7,9	3,0	0,96
Шш-25	41,0 $\pm$ 1,77	5,3	12,9	4,3	1,34
Шш-26	37,6 $\pm$ 1,86	5,9	15,7	5,0	-0,04
Шш-27	35,6 $\pm$ 1,14	3,6	10,1	3,2	-1,02
Середнє	37,7 $\pm$ 1,72	5,0	13,2	4,6	-

Таблиця 3.5

Варіаційно-статистичні показники об'єму стовбурів клонів

Варіант	M $\pm$ m	s	V, %	P, %	t
Шс-8	1,384 $\pm$ 0,132	0,4	30,1	9,5	2,61
Шс-11	0,799 $\pm$ 0,096	0,3	43,1	12,0	-1,12
Шс-12	1,106 $\pm$ 0,155	0,4	39,5	14,0	0,83
Шс-13	1,028 $\pm$ 0,136	0,4	35,1	13,3	0,45
Шс-14	0,670 $\pm$ 0,078	0,3	38,8	11,7	-2,25
Шс-15	0,687 $\pm$ 0,078	0,2	35,7	11,3	-2,11
Шш-19	0,810 $\pm$ 0,083	0,2	29,1	10,3	-1,11
Шш-20	1,261 $\pm$ 0,102	0,3	21,3	8,1	2,17
Шш-21	1,038 $\pm$ 0,145	0,4	39,5	14,0	0,48
Шш-23	1,046 $\pm$ 0,088	0,2	22,2	8,4	0,70
Шш-25	1,113 $\pm$ 0,099	0,3	26,6	8,9	1,14
Шш-26	0,920 $\pm$ 0,099	0,3	34,2	10,8	-0,24
Шш-27	0,904 $\pm$ 0,081	0,3	28,2	8,9	-0,38
Середнє	0,953 $\pm$ 0,099	0,3	30,2	10,4	-

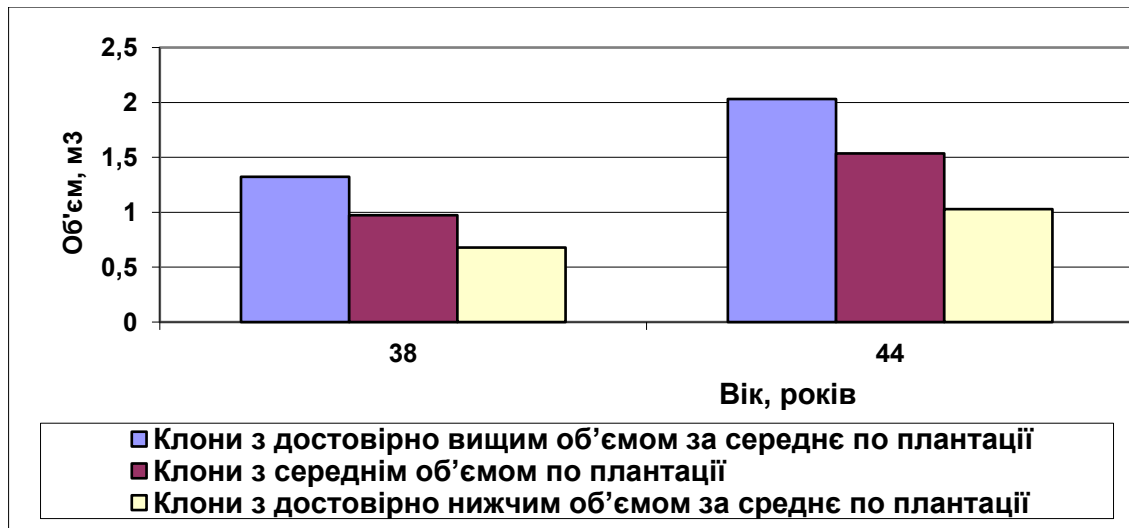


Рис. 3.1. Об'єми стовбурів клонів плюсових дерев сосни звичайної на архівно-маточній плантації

Високі значення ПШР (101-122%) має 61,5% всіх потомств (клони Шс-8, 12, 13, Шш-20, 21, 23, 25, 27). Гіршими за даним показником (ПШР=78-96%) є 38,5% всіх потомств (клони Шс-11, 15, Шш-14, 19, 26).

За комплексною оцінкою кращими клонами у 38-річному віці були варіанти Шс-8, Шш-23, Шш-27, Шш-19 і Шш-25.

Біометричні вимірювання вегетативного потомства цієї ж плантації були проведені влітку 2025 р. У 44-річному віці архівно-маточна плантація сосни росте за I^b бонітетом.

За нашими даними, середня висота клонів у 44-річному віці становить 21,8 м, з лімітами середніх висот від 20,4 до 23,5 м (табл. 5.1). Коефіцієнт варіації середніх висот клонів знаходиться в межах 2 – 13% і середньому становить 7,6%, що свідчить про низьку мінливість.

Перевищують за висотою середнє значення 2 клони Шацької ценопопуляції (Шс-25 і Шш-21), що складає 15,4% від загальної кількості представлених клонів (табл. 3.6). Перевищення за висотою становить в середньому 6,65%. Достовірно відстають в рості у висоту клони Шс-14 та Шс-15 в середньому на 5,2%.

Таблиця 3.6

Варіаційно-статистичні показники висоти клонів сосни

Варіант	M ± m, м	s, м	V, %	P, %	t
ШШ-20	22,0 ± 0,48	1,3	5,8	2,2	0,50
ШШ-25	23,0 ± 0,16	0,5	2,1	0,7	5,36
Шс-12	21,5 ± 0,51	1,3	6,3	2,4	-0,60
Шс-15	20,4 ± 0,48	1,2	5,8	2,4	-2,82
Шс-26	21,1 ± 0,34	1,1	5,1	1,6	-1,79
Шс-14	20,9 ± 0,37	1,2	5,7	1,8	-2,15
ШШ-23	21,8 ± 0,26	0,7	3,2	1,2	0,13
ШШ-27	21,7 ± 0,34	1,1	5,1	1,5	-0,22
ШШ-19	21,2 ± 0,46	1,2	5,7	2,2	-1,09
Шс-8	22,7 ± 0,80	2,4	10,6	3,5	1,08
ШШ-21	23,5 ± 0,47	1,4	6,0	2,0	3,59
Шс-13	21,1 ± 1,00	2,8	13,4	4,7	-0,67
Шс-11	21,7 ± 0,54	1,6	7,4	2,5	-0,11
Середнє	21,8 ± 0,16	1,7	7,6	0,7	-

Достовірно перевищує середній міжклоновий діаметр потомства Шс-8 та ШШ-25 в середньому на 13,4% (табл. 3.7). Достовірно відстає в рості за діаметром чотири потомства (клони Шс-15, Шс-8, ШШ-27, ШШ-19) в середньому на 13,1%. Решта варіантів за діаметром стовбурів не відрізняються між собою (табл. 3.7).

Клон Шс-15 відстає за діаметром ще з 13-річного віку.

Таблиця 3.7

Варіаційно-статистичні показники діаметру клонів сосни

Варіант	$M \pm m, \text{ см}$	$s, \text{ см}$	$V, \%$	$P, \%$	t
ШШ-20	$47,2 \pm 1,87$	4,9	10,5	4,0	1,80
ШШ-25	$48,7 \pm 1,69$	5,1	10,4	3,5	2,81
Шс-12	$43,0 \pm 1,84$	4,9	11,3	4,3	-0,30
Шс-15	$35,8 \pm 1,67$	4,1	11,4	4,7	-4,32
Шс-26	$45,4 \pm 1,75$	5,5	12,2	3,8	0,97
Шс-14	$38,2 \pm 1,71$	5,4	14,2	4,5	-2,94
ШШ-23	$43,8 \pm 1,21$	3,2	7,3	2,8	0,13
ШШ-27	$40,0 \pm 1,15$	3,8	9,5	2,9	-2,70
ШШ-19	$37,6 \pm 2,35$	6,2	16,5	6,3	-2,43
Шс-8	$50,2 \pm 2,27$	6,8	13,6	4,5	2,79
ШШ-21	$49,5 \pm 3,31$	9,9	20,1	6,7	1,73
Шс-13	$40,3 \pm 2,36$	6,7	16,6	5,9	-1,34
Шс-11	$44,7 \pm 2,82$	8,5	18,9	6,3	0,39
Середнє	$43,6 \pm 0,70$	7,3	16,8	1,6	-

До кращих клонів, які по об'єму стовбурів достовірно вищі від середнього міжклонового значення, відносяться 15,4% всіх потомств (Шс-8, ШШ-25) з перевищенням в середньому на 32,4% (табл. 3.8, рис. 3.2). До гірших клонів, які по об'єму достовірно нижчі від середнього міжклонового значення, відносяться 30,8% всіх потомств (Шс-14, Шс-15, ШШ-27, ШШ-19) з відставанням в середньому на 28%.

Таблиця 3.8

Варіаційно-статистичні показники об'єму стовбурів клонів сосни

Варіант	$M \pm m, m^3$	s, m^3	$V, \%$	$P, \%$	t
ШШ-20	1,757 $\pm$ 0,135	0,4	20,3	7,7	1,51
ШШ-25	1,959 $\pm$ 0,131	0,4	20,0	6,7	2,97
Шс-12	1,426 $\pm$ 0,115	0,3	21,3	8,1	-0,85
Шс-15	0,943 $\pm$ 0,088	0,2	22,9	9,3	-5,64
Шс-26	1,581 $\pm$ 0,130	0,4	26,1	8,2	0,32
Шс-14	1,115 $\pm$ 0,122	0,4	34,5	10,9	-3,12
ШШ-23	1,500 $\pm$ 0,096	0,3	17,0	6,4	-0,31
ШШ-27	1,249 $\pm$ 0,086	0,3	22,7	6,9	-2,77
ШШ-19	1,114 $\pm$ 0,178	0,5	42,2	15,9	-2,26
Шс-8	2,104 $\pm$ 0,230	0,7	32,7	10,9	2,40
ШШ-21	2,140 $\pm$ 0,325	1,0	45,6	15,2	1,83
Шс-13	1,264 $\pm$ 0,173	0,5	38,8	13,7	-1,49
Шс-11	1,606 $\pm$ 0,195	0,6	36,4	12,1	0,35
Середнє	1,535 $\pm$ 0,057	0,6	39,1	3,7	-

Показник швидкості росту (ПШР) розраховували як відношення добутку висоти і діаметру клона до добутку середньої висоти і діаметру, виражали у процентах. Високі значення ПШР (101-120%) має 46% всіх потомств (клони Шс-8, Шс-26, Шс-11, ШШ-19, ШШ-23, ШШ-21). Гіршими за даним показником (ПШР=77-97%) є 38,5% всіх потомств (клони Шс-15, ШШ-20, Шс-13, ШШ-27, Шс-12).

Таблиця 3.9

Показник швидкості росту потомств

Варіант	Висота	Діаметр	ПШР
Шс-8	22,7	50,2	120
Шс-11	21,7	44,7	102
Шс-12	21,5	43,0	97
Шс-13	21,1	40,3	89
Шс-14	20,9	38,2	84
Шс-15	20,4	35,8	77
Шш-19	21,1	45,4	101
Шш-20	21,2	37,6	84
Шш-21	22,0	47,2	109
Шш-23	23,5	49,5	122
Шш-25	21,8	43,8	100
Шш-26	23	48,7	118
Шш-27	21,7	40,0	91
Середнє	21,8	43,6	100

За комплексною оцінкою у віці 44 роки кращими клонами є варіанти Шс-8, Шш-20 (табл.3.10, 3.11).

Таблиця 3.10

Координати оцінюваних ознак клонів сосни звичайної у віці 44 роки

Варіант	Висота	Діаметр	Об'єм стовбура	Частка дерев з одинарним стовбуром
Шс-08	0,97	1,00	0,98	0,80
Шс-11	0,92	0,89	0,75	0,60
Шс-12	0,91	0,86	0,67	0,40

Продовження табл. 3.10

Шс-13	0,90	0,80	0,59	0,60
Шс-14	0,89	0,76	0,52	0,90
Шс-15	0,87	0,71	0,44	0,60
ШШ-19	0,90	0,90	0,74	1,00
ШШ-20	0,90	0,75	0,52	1,00
ШШ-21	0,94	0,94	0,82	0,30
ШШ-23	1,00	0,99	1,00	0,80
ШШ-25	0,93	0,87	0,70	0,60
ШШ-26	0,98	0,97	0,92	0,30
ШШ-27	0,92	0,80	0,58	0,90

Таблиця 3.11

Комплексні оцінки клонів сосни звичайної у віці 44 роки

Варіант	Висота	Діаметр	Об'єм стовбура	Частка дерев з одинарним стовбуром	Оцінка
ШШ-20	1,00	0,83	0,83	1,00	3,66
Шс-8	0,79	1,00	1,00	0,64	3,42
ШШ-23	0,84	0,74	0,57	0,64	2,79
ШШ-27	0,95	0,60	0,43	0,81	2,79
ШШ-19	0,77	0,59	0,34	1,00	2,71
ШШ-25	0,83	0,79	0,65	0,36	2,63
Шс-13	0,77	0,74	0,55	0,36	2,43
Шс-12	0,81	0,78	0,64	0,16	2,39
ШШ-21	0,86	0,72	0,56	0,09	2,23
Шс-14	0,64	0,53	0,23	0,81	2,22
Шс-11	0,70	0,59	0,33	0,36	1,99
ШШ-26	0,78	0,67	0,44	0,09	1,98
Шс-15	0,78	0,49	0,25	0,36	1,88

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЛІСОВОЇ ДІЛЯНКИ

Диференціальна рента становить фундамент економічних взаємин у галузі природокористування. У широкому розумінні рента розглядається як дохід, що виникає незалежно від безпосередньої трудової діяльності. У сфері використання природних ресурсів це дохід, отриманий їхнім власником у результаті оренди або самостійної експлуатації ресурсного об'єкта. Вартість природного ресурсу визначається саме тією економічною вигодою, яку він здатний забезпечити. Найвищий рентний дохід природний об'єкт може принести за умов оптимального способу його використання, і саме цей показник є базою для рентної оцінки.

Однак різні території та ресурсні ділянки характеризуються неоднаковими природними властивостями, що зумовлює відмінності у витратах на їхнє освоєння та використання. Якби витрати були однаковими для всіх ділянок, жоден із власників не отримував би додаткової вигоди. Натомість кращі за природними характеристиками ділянки забезпечують більший прибуток, і ця надлишкова вигода й формує диференціальну ренту.

Одним із підходів до визначення загальної економічної значущості екосистем, їхніх функцій, ресурсів і послуг є методика оцінювання за концепцією загальної економічної цінності. У межах цього підходу комплексна цінність екосистем розглядається як поєднання кількох взаємодоповнювальних компонентів: прямої вигоди від використання природних ресурсів, непрямой користі від екосистемних функцій, потенційної вартості їх майбутнього використання та цінності існування, що відображає суспільне усвідомлення необхідності збереження природи незалежно від її практичної користі.

Інтегральна вартісна оцінка екосистемних послуг для досліджуваної території становить 9422,5 грн на рік, що у перерахунку на 1 га лісової екосистеми дорівнює 5234,7 грн за гектар на рік.

Ринкова ціна визначається в межах європейської системи торгівлі викидами (EU ETS) і у 2022 році змінювалася в межах 58–98 євро за тону

[**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Курс євро для розрахунків прийнято 48, 67 грн.

Вартісна оцінка щорічного поглинання діоксиду вуглецю лісовими екосистемами при середній європейській ціні квоти на викид 1 т CO₂ 58 євро/тонну та акумуляції діоксиду вуглецю 5 т / рік становить 190684,2 грн. / га.

Таблиця 4.2

Результати розрахунків вартості екосистемних послуг лісових ділянок

Лісова екосистема	Площа, га	Інтегральна вартісна оцінка екосистемних послуг, грн./рік	Вартісна оцінка щорічного поглинання діоксиду вуглецю лісовими екосистемами, грн./рік	Економічна оцінка первинної продукції екосистеми, грн.
	Архівно-маточна плантація			
Всього	1,8	9422,5	343231,5	345492,0
В розрахунку на 1 га	-	5234,7	190684,2	191940,0

Економічна оцінка продукції первинної екосистеми ділянки становить 345492,0 грн.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Служба охорони праці в філії «Поліський лісовий офіс» ДП «Ліси України» функціонує у складі: начальника Відділу з охорони праці та цивільного захисту (керівник служби охорони праці) та провідних інженерів з охорони праці Відділу з охорони праці та цивільного захисту, які підпорядковуються директору філії «Поліський лісовий офіс» ДП «Ліси України». У кожному надлісництві закріплений за робочим місцем і фактично там працює інженер з охорони праці. В своїй діяльності працівники керуються законодавством України, нормативно-правовими актами з охорони праці, колективним договором та актами з охорони праці, що діють в межах Філії. У надлісництві всі технологічні процеси та види робіт виконуються при безпосередньому дотриманні інструкцій з питань охорони праці та карт технологічного процесу та постійному контролю і моніторингу дотримання трудової та виробничої дисципліни працівниками підприємства [13].

Згідно з наказом Міністерства економіки України «Про затвердження Мінімальних вимог щодо безпеки і здоров'я на роботі працівників лісового господарства та під час виконання робіт із зеленими насадженнями» (Наказ від 27.11.2023, № 17953) [11] вказуються загальні вимоги безпеки для лісовпорядних та пошукових експедицій, зокрема підготовка персоналу (наприклад, надання першої домедичної допомоги), заходи під час переходів складною місцевістю (схили, каньйони тощо), наприклад, використання спеціального взуття, подолання водних перешкод, болотистих ділянок, дії працівників під час грози.

Керівники лісовпорядних та пошукових підрозділів разом із представниками підприємств-замовників повинні забезпечити безпечні умови праці всього персоналу, особливо тих, хто виконує польові роботи. На етапі підготовки та під час польових робіт вони мають організовувати заходи для запобігання травматизму та професійним захворюванням.

Працівники, залучені до польових робіт, зобов'язані чітко дотримуватися вимог безпеки, що стосуються всіх операцій – від прорубування просік і встановлення межових знаків до таксаційних робіт, відбору ґрунтових проб, переміщень і піших переходів.

Роботодавець повинен своєчасно організовувати попередні та періодичні медичні огляди працівників відповідно до чинного порядку МОЗ. Для персоналу, який працює в лісових умовах, рекомендовано щорічне повторне обстеження перед початком польового сезону.

Перед виїздом на польові роботи весь склад лісовпорядних і вишукувальних партій має пройти навчання з надання першої домедичної допомоги. Замовник робіт повинен надати керівнику експедиції інформацію про найближчі медичні заклади, де працівники можуть отримати допомогу у разі травмування. До робіт у гірських умовах не допускаються особи молодші 18 років. Роботодавець зобов'язаний забезпечити експедиції всім необхідним спорядженням, засобами захисту, сигналізації та зв'язку, а в районах із значним поширенням гнусу – додатковими спеціальними захисними засобами.

Посадові особи, відповідальні за контроль робіт, повинні регулярно перевіряти стан охорони праці, вимагати усунення порушень і зупиняти роботи, якщо існує загроза життю чи здоров'ю працівників.

Перевезення працівників і вантажів автомобільним транспортом під час лісовпорядних та вишукувальних робіт має здійснюватися з суворим дотриманням правил дорожнього руху [11].

ВИСНОВКИ

1. Вегетативне потомство плюсових дерев сосни звичайної Шацької ценопопуляції в архівно-маточній плантації 44-річного віку зростає за Ів бонітетом при середній висоті 21,8 м, діаметрі 43,6 см, середньому об'ємі стовбура 1,535 м³.
2. Клони Шс-25 і Шш-21 мають істотне перевищення за висотою щодо середнього значення висоти по плантації. Перевищення за висотою становить в середньому 6,65%.
3. Достовірно перевищує середній міжклоновий діаметр потомства Шс-8 та Шш-25 в середньому на 13,4%.
4. До кращих клонів, які по об'єму стовбурів достовірно вищі від середнього міжклонового значення, відносяться 15,4% всіх потомств (Шс-8, Шш-25) з перевищенням в середньому на 32,4%.
5. Високі значення показника швидкості росту мають 46% всіх потомств (клони Шс-8, Шс-26, Шс-11, Шш-19, Шш-23, Шш-21).
6. За комплексною оцінкою у віці 44 роки кращими клонами є варіанти Шс-8, Шш-20, які рекомендуємо як кандидати в сорти-клони.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андреева В. В. Лісівничо-селекційна оцінка вегетативного потомства плюсових дерев сосни звичайної у Волинській області. Науковий вісник націон. лісотехн. університету України: Зб. наук.-техн. праць. Львів: НЛТУ України. 2008, вип. 18.9. С. 25–31
2. Андреева В. В. Оцінка ядерцевої активності популяцій меристем клонів сосни звичайної. Науковий вісник Волин. націон. ун-ту ім. Лесі Українки. 2009. №9. С. 99–104.
3. Андреева В., Никитюк О. Цитогенетичні особливості меристеми проростків клонів сосни звичайної. Матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. аспірантів і студентів «Волинь очима молодих науковців: минуле, сучасне, майбутнє» 13-14 травня 2009 р. Луцьк. 2009. Т. 2. С. 140 – 141.
4. В. Андреева. Оцінка вегетативного потомства плюсових дерев сосни звичайної на Волині / Estimation of the vegetative progeny of the plus trees of Scots pine in Volyn. Seminarium naukowe 28.10.2022 godz. 9.00 (czasu PL) on-line, platforma Ms Teams. Las i leśnictwo wobec współczesnych wyzwań. Forest and forestry in the context of contemporary challenges <https://inl.sggw.edu.pl/28-10-2022-r-seminarium-naukowe-scientific-seminar/>
5. Войтюк В. П., Андреева В. В. Оцінка клонів сосни звичайної у Волинській області. Сб. научн. Трудов по материалам междунар. научн.-практ. конф. «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2008» 1-15 октября 2008 г., Одесса, Том 17. 2008. С. 71–72.
6. Войтюк В. П., Доля Б. С., Сеньків В. В. Взаємозв'язок ряду морфометричних показників вегетативних і генеративних потомств плюсових дерев сосни звичайної у Волинській області. Науковий вісник Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки. Біологічні науки. 2002. №6. С. 37–43.

7. Войтюк В. П., Доля Б. С., Сеньків В. В. Взаємозв'язок ряду морфометричних показників вегетативних і генеративних потомств плюсових дерев сосни звичайної у Волинській області. Науковий вісник Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки. Біологічні науки. 2002. №6. С. 37–43.
8. Войтюк В. П., Лісовська Т. П., Андреєва В. В. Оцінка генофонду плюсових дерев сосни звичайної Шацького регіону за вегетативним потомством. Науковий вісник Волин. націон. ун-ту ім. Лесі Українки. 2009. №2. С. 46–51.
9. Криницький Г. Т., Войтюк В. П., Андреєва В. В., Кичилук О. В. Морфометричні та цитогенетичні ознаки вегетативних і насінних потомств плюсових дерев сосни звичайної у Волинській області. Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук. пр. – Львів, 2010. Вип. 20.16. С. 207–214.
10. Мольченко Л. Л., Солтис В. С., Войтюк В. П., Плотніков І. П. Селекційні плантації сосни звичайної на Волині. Луцьк. 1987. 66 с.
11. Наказ Мінекономіки від 27.11.2023 р. № 17953 “Про затвердження Мінімальних вимог щодо безпеки і здоров'я на роботі працівників лісового господарства та під час виконання робіт із зеленими насадженнями”

Режим
доступу:

https://document.vobu.ua/doc/23092?utm_source=chatgpt.com
12. Пендзюх С., Войтюк В. Таксаційно-селекційна оцінка клонів сосни звичайної у лісорозсаднику другої категорії ДП «Ківерцівське лісове господарство» Актуальні проблеми розвитку природничих та гуманітарних наук : збірник матеріалів VI Міжнар. наук.практ. конф. (11 листопада 2022 р.) / відп. ред. Голуб Г.С., Зінченко М. О. Луцьк, 2022. С. 201–203.
13. План ведення господарства (план лісоуправління) Ковельського надлісництва філії «Поліський лісовий офіс» ДП «Ліси України» на 2025 р. Ковель. 2025. 54 с.

- 14.Свинчук В. А., Кашпор С. М., Миронюк В. В. Біометрія: конспект лекцій. К.: НУБіП України, 2017. 96 с.
- 15.Трофимюк В.В., Андреева В.В. Таксаційно-селекційна оцінка клонів сосни звичайної у Воронівському лісництві філії «Ківерцівське лісове господарство» Mechanism of scientific and technical potential development: IV Міжнародна науково-практична інтернет-конференція (14-15 листопада 2024 р.). Дніпро. С. 235-236.
- 16.Alan Murat, Öztürk Hikmet, Siklar Sadi. Seed orchard planning and management in Turkey. Summary reports on papers and posters presented at the Seed Orchard Conference, Umea Sept 26-28, 2007 for publication / distribution by Treebreedex. P. 1.
- 17.Bilir N., Prescher F., Lindgren D., Kroon J. Variation in cone and seed characters in clonal seed orchards of *Pinus sylvestris*, New Forests. № 36. 2008. P.187–199.
18. Bilir N., Uluşan M. D. Seed orchards and seed collection stands of Scots pine in Turkey. In: Lindgren D(ed) Proceedings of a seed orchard conference, Umea, 26–28 Sept 2007, pp 25–36.
- 19.Codesido Verónica, Fernández-López Josefa. Using SYNCHRO.SAS, a programme to facilitate phenological data processing in a radiata pine seed orchard in northern Spain. Summary reports on papers and posters presented at the Seed Orchard Conference, Umea Sept 26-28, 2007 for publication / distribution by Treebreedex. P. 2.
- 20.Crawford Mike, Brooks Sam. Conifer seed orchards in the us pacific northwest. Seed Orchards Conference 20-24 May 2024. Brasov, Romania. P. 34.
- 21.Dahl Kjær Erik, Reproductive phenology, genetic diversity and seed production in clonal seed orchards. Seed orchards under rolling-front landscape breeding. Seed Orchards Conference 20-24 May 2024. Brasov, Romania. P. 12.

22. Douglas G. Summary reports on papers and posters presented at the Seed Orchard Conference, Umea Sept 26-28, 2007 for publication / distribution by Treebreedex. 18 p.
23. Durkaya A., Durkaya B., Atmaca S., Predicting the Above-ground Biomass of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Stands in Turkey. *Energy Sources, Part A*, 32. 2010. P, 485–493.
24. Empfohlene Herkünfte forstlichen Vermehrungsgutes für Niedersachsen und Schleswig-Holstein (Herkunftsempfehlungen). Erstellt und fortgeführt: Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt. Abteilung C – Waldgenressourcen. Stand Dezember 2004. 116 s.
25. Floran Valentina, Ganea Stefana, Sestra Radu, Garcia Gil María Rosario. Genetic Variability in Populations of Scots Pine from Romania and Sweden. *Bulletin UASVM Horticulture*, 67(1)/2010. P. 481.
26. Fortschrittsbericht der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht“. Berichtszeitraum 2005 – 2008. 68 s.
27. Hertel Heike, Schneck Volker. Genetic and phenotypical variation of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) populations due to seed origin and environmental conditions at experimental sites. *Forest genetic*. 6 (2). 1999. P. 65–72.
28. Hochwertiges Forstvermehrungsgut im Klimawandel Symposium des Verbundprojektes FitForClim vom 14. bis 15. Juni 2016 in Chorin Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt. Band 16. Universitätsverlag Göttingen. 2017. 157 s.
29. Jeon Koeun. Enhancing genetic improvement clonal seed orchards of *Pinus densiflora* through fertility-based clone selection. Seed Orchards Conference 20-24 May 2024. Brasov, Romania. P. 27.
30. Kang Kyu-Suk. Estimation of genetic gain and gene diversity for seed orchard crops. Seed Orchards Conference 20-24 May 2024. Brasov, Romania. P. 21.
31. Konzept zum Erhalt und zur nachhaltigen Nutzung forstlicher Genressourcen in Bayern Erweiterte Version mit Arbeitsanleitungen. Herausgeber

- Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP) Forstamtsplatz. Editoren Dr. Monika Konnert Daniel Müller, Dr. Roland Baier Gerhard Huber, Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP). 2015. 108 s.
- 32.Li Bailian, Mckeand Steve. Seed orchard evolution from traditional seed production to advanced genetic gains and breeding base. Seed Orchards Conference 20-24 May 2024. Brasov, Romania. P. 3.
- 33.Lstibůrek Milan. Seed orchards under rolling-front landscape breeding. Seed Orchards Conference 20-24 May 2024. Brasov, Romania. P. 2.
- 34.McKeand Steve, Gerwig Dave, Cumbie Patrick, Jett J. B. Seed Orchard Management Strategies for Deployment of Intensively Selected Loblolly Pine Families in the Southern US. Summary reports on papers and posters presented at the Seed Orchard Conference, Umea Sept 26-28, 2007 for publication / distribution by Treebreedex. P. 2.
35. Novotný Petr. Výsledky genetické charakterizace významných regionálních populací 6 druhů lesních dřevin v ČR – podklad pro využití v OPRL. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, V. V. I. Strnady. 2017. 54 r.
- 36.Öner N., Eren F. The Comparisons Between Root Collar Diameter and Height Growth of Black Pine (*Pinus nigra* Arnold.) and Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Seedlings in Bolu Forest Nursery. Journal of Applied Biological Sciences 2 (1). 2008. P. 07–12.
- 37.Quegwer Jakob, Merbitz Lina, Tröber Ute, Meyer Matthias. Challenges for a seed orchard programme towards seed availability for future forest composition in Saxony, Germany. Seed orchards under rolling-front landscape breeding. Seed Orchards Conference 20-24 May 2024. Brasov, Romania. P. 6.
- 38.Sekerka Pavel, Caspers Zuzana, Macháčková Markéta, Navrátilová Jana. Metodika zachování genofondu klonálních rostlin ex situ. Botanický ústav AV ČR, v. v. i. 2022. 132 s.

39. Sivacioğlu A., Ayan S. Evaluation of seed production of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) clonal seed orchard with cone analysis method. *African Journal of Biotechnology*. №7(24). 2008. P. 4393-4399.
40. Sivacioğlu Ahmet, Ayan Sezgin and Ali Çelik Durmus. Clonal variation in growth, flowering and cone production in a seed orchard of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Turkey. *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (17), 2009. P. 4084-4093.
41. Sivacioğlu Ahmet. Genetic variation in seed and cone characteristics in a clonal seed orchard of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) grown in Kastamonu-Turkey. *Romanian Biotechnological Letters*. Vol. 15, № 6, 2010. P. 5695–5701.
42. Sivacioğlu Ahmet. Genetic variation in seed and cone characteristics in a clonal seed orchard of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) grown in Kastamonu-Turkey. *Romanian Biotechnological Letters*. Vol. 15, No. 6, 2010. P. 5695–5701.
43. Thünen Report 76/ Herausgeber/Redaktionsanschrift – Editor/address. Johann Heinrich von Thünen-Institut. Bundesallee 50. 38116 Braunschweig, Germany. DOI:10.3220/REP1584625360000. 10 s.
44. Wilms Hannes. Expanding the belgian seed orchard network, a collaboration between private and public sector. Seed Orchards Conference 20-24 May 2024. Brasov, Romania. P. 4.