

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

Кафедра лісового та садово-паркового господарства

На правах рукопису

БЕРЕЗА ОЛЕКСАНДР МАР'ЯНОВИЧ

**ЛІСІВНИЧО-СЕЛЕКЦІЙНА ОЦІНКА ДЕРЕВОСТАНУ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ
КІВЕРЦІВСЬКОГО ЛІСНИЦТВА**

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 20.11.2025 р.

засідання кафедри лісового та
садово-паркового господарства від 2025 р.

Завідувач кафедри

доц. В.В. Андреева



ЛУЦЬК – 2025

Берега О. М. Лісівничо-селекційна оцінка деревостану сосни звичайної Ківерцівського лісництва. Луцьк, 2025. 46 с.

Анотація

У роботі розглядаються результати лісівничо-селекційної оцінки деревостану сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) з метою виділення перспективних деревостанів і плюсових дерев для подальшого відтворення цінного генофонду. Проаналізовано основні показники росту, продуктивності, якості стовбура, стану насаджень та їхньої стійкості до несприятливих факторів. Проведено порівняння фенотипічних особливостей дерев, визначено вплив лісорослинних умов на формування господарсько цінних ознак.

За результатами оцінювання виділено краще за комплексом ознак насадження, придатне для створення постійних лісонасінневих ділянок і селекційного покращення породи. Отримані дані можуть бути використані в практиці лісового господарства для підвищення продуктивності та якості соснових лісів.

Робота виконана на 46 сторінках друкованого тексту, містить 12 таблиць, проілюстрована 1 рисунком. Загальні висновки з проведених досліджень наведені в кінці роботи, перед списком використаної літератури (51 джерело).

Ключові слова: сосна звичайна, лісівничо-селекційна оцінка, плюсові дерева, насадження, продуктивність, лісонасіннева база.

Bereza O. M. Forestry-selection evaluation of Scots pine plantings in the Kivertsi Forestry. Lutsk, 2025. 46 p.

Annotation

The study presents the results of a silvicultural and breeding evaluation of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands aimed at identifying promising forest stands and plus trees for the further reproduction of valuable genetic resources. The main indicators of growth, productivity, stem quality, stand condition, and resistance to adverse environmental factors were analysed. A comparison of phenotypic characteristics of trees of different origins was carried out, and the influence of site conditions on the formation of economically valuable traits was determined.

Based on the evaluation results, the best stands were identified according to a set of characteristics suitable for establishing permanent seed stands and for the selective improvement of the species. The obtained data can be applied in forestry practice to enhance the productivity and quality of Scots pine forests.

The work is completed on 46 pages of printed text, contains 12 tables, and is illustrated with 1 figure. General conclusions from the research are given at the end of the work, before the list of references (51 sources).

Keywords: Scots pine, silvicultural and breeding evaluation, plus trees, stands, productivity, seed base.

ЗМІСТ

Вступ	5
Розділ 1. Огляд літературних джерел	7
Розділ 2. Матеріали та методи дослідження.	26
Розділ 3. Результати дослідження та їх обговорення	28
Розділ 4. Економічна оцінка лісової ділянки	35
Розділ 5. Охорона праці	37
Висновки	40
Список використаних джерел	41

ВСТУП

Актуальність роботи. Ліси є одним із найважливіших природних ресурсів України, які виконують надзвичайно важливі екологічні, економічні та соціальні функції. Одним із основних лісоутворюючих видів є сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) – цінна деревна порода, що широко поширена на території Полісся, у Лісостепу та північному Степу. Вона характеризується високою екологічною пластичністю, здатністю зростати на різних типах ґрунтів, а також універсальністю використання її деревини у промисловості.

В умовах сучасного лісового господарства особливого значення набуває питання підвищення продуктивності, стійкості та якості соснових насаджень. Важливим напрямом у цьому контексті є селекційна робота, спрямована на збереження й відтворення цінного генофонду сосни звичайної, формування високопродуктивних, стійких до хвороб та несприятливих факторів популяцій.

Селекція деревних порід у сучасних умовах є невід’ємною складовою сталого ведення лісового господарства. Вона базується на відборі плюсових дерев, створенні постійних лісонасінневих ділянок, генетичних резерватів і лісонасінневих плантацій, що забезпечують отримання високоякісного насіннєвого матеріалу. Ефективність цієї роботи залежить від комплексного вивчення генетико-селекційних особливостей сосни звичайної в різних природно-кліматичних умовах.

Під впливом кліматичних змін і антропогенних навантажень актуальним завданням є збереження генетичного різноманіття лісових екосистем, підвищення їх адаптивного потенціалу та стабільності. Саме тому проведення селекційної оцінки соснових насаджень, визначення найцінніших генотипів і формування селекційно покращеного насіннєвого фонду має не лише наукове, а й важливе практичне значення для розвитку лісового господарства України.

Мета роботи – проведення селекційно-лісівничої оцінки насаджень сосни звичайної для виділення перспективних деревостанів і плюсових дерев,

придатних для створення постійних лісонасінневих ділянок та подальшого використання у селекційному процесі.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати сучасний стан і напрями селекції сосни звичайної в Україні.

2. За матеріалами лісовпорядкування підібрати насадження, закласти пробну площу та дати лісівничо-селекційну оцінку деревостану сосни звичайної Ківерцівського лісництва.

Об'єкт дослідження – ростові показники сосни звичайної природного походження.

Предмет дослідження – лісівничо-селекційна характеристика деревостану сосни звичайної Ківерцівського лісництва.

Результати проведених досліджень мають практичне значення для покращення якості лісонасінневої бази, підвищення продуктивності та стійкості соснових лісів, а також для реалізації державної стратегії сталого управління лісовими ресурсами України.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) належить до провідних лісоутворювальних порід України та має особливе значення для лісів Полісся, де її частка перевищує третину загальної площі насаджень. Висока екологічна пластичність виду, здатність адаптуватися до різних ґрунтово-кліматичних умов і значна господарська цінність зумовили його провідну роль у вітчизняних лісівничо-селекційних дослідженнях.

Основними завданнями селекції сосни звичайної є підвищення продуктивності деревостанів, поліпшення технічних і якісних показників деревини, а також формування насаджень із підвищеною стійкістю до несприятливих абіотичних факторів, зокрема посух і низьких температур, та біотичних чинників, таких як шкідники і збудники хвороб [1]. Реалізація цих завдань сприяє довготривалому збереженню генетичного потенціалу виду та стабільності лісових екосистем.

Планомірні селекційні роботи з сосною звичайною в Україні розпочалися у 1970-х роках у рамках наукових програм Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації (УкрНДІЛГА, м. Харків). Значний внесок у становлення лісової селекції зробили П. І. Молотков, І. М. Патлай, П. А. Писаренко та інші науковці, за ініціативи яких було започатковано створення мережі плюсових деревостанів, а також родинних і клонових плантацій у лісових господарствах Полісся, Лісостепу та Карпатського регіону [9, 51].

Важливим етапом розвитку селекційних досліджень стало закладання у 1980-х роках системи географічних культур сосни звичайної, що дало змогу оцінити продуктивність і стійкість різних провенансів у контрастних умовах зростання [4, 26]. На основі отриманих результатів було сформовано насінневі райони та розроблено науково обґрунтовані рекомендації щодо використання насіння відповідного географічного походження під час лісовідновлення і лісорозведення.

Нині в Україні функціонує близько п'ятдесяти постійних селекційних об'єктів, до яких належать клонові насінневі плантації, архівно-маточні та родинні культури, розміщені в Київській, Чернігівській, Житомирській, Хмельницькій та інших областях. Зокрема, у системі Київського обласного управління лісового господарства селекційні роботи з сосною звичайною проводяться з 1974 року, що свідчить про тривалий і послідовний характер збереження та покращення її лісових генетичних ресурсів [5, 10].

У межах розвитку селекційної бази сосни звичайної в окремих лісогосподарських підприємствах створено кілька родинно-клонових насінневих плантацій, сформованих із 25 плюсових дерев, відібраних за комплексом господарсько цінних ознак, зокрема інтенсивністю росту, прямизною стовбура та високими показниками якості деревини. Відібрані дерева слугують джерелом живців, які використовують для щеплення та подальшого формування насінневих садів, що забезпечують відтворення цінного спадкового матеріалу [24].

Практичним прикладом упровадження селекційних досягнень є створення у 2024 році клонової насінневої плантації сосни звичайної у філії «Славутське лісове господарство» Хмельницької області [13, 40]. У межах цього проєкту було висаджено близько 600 саджанців, отриманих шляхом щеплення живців від кращих плюсових дерев, відібраних у місцевих деревостанах. Закладання таких плантацій спрямоване на формування надійної насінневої бази з покращеними спадковими властивостями [26].

Клонові та родинно-клонові насінневі плантації відіграють ключову роль у забезпеченні лісового господарства генетично покращеним насінням сосни звичайної. Використання такого насіння характеризується підвищеною схожістю на рівні 96–100 % та дає змогу отримати приріст запасу деревини на 15–20 % у порівнянні з контрольними насадженнями, створеними з насіння невідомого або змішаного походження [11].

Поряд із селекційними плантаціями важливе значення у збереженні та раціональному використанні генетичних ресурсів сосни звичайної мають

географічні культури, закладені в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Такі культури є основою для вивчення реакції різних провенансів на фактори середовища та дають змогу виділити кліматипи, адаптовані до екстремальних умов, зокрема степової зони [6].

За результатами багаторічних досліджень, проведених УкрНДІЛГА спільно з державними лісогосподарськими підприємствами, встановлено, що найбільш перспективними для використання в умовах степу є північні провенанси Полісся – Волинський, Малинський та Коростенський. Ці кліматипи характеризуються вищою приживлюваністю та перевищенням середнього приросту в 1,2–1,4 раза порівняно з місцевими екотипами, що підтверджує доцільність диференційованого підходу до добору насіння за географічним походженням [24].

З метою довготривалого збереження та багаторазового використання цінного спадкового матеріалу сосни звичайної в Україні сформовано систему архівно-маточних плантацій. Такі об'єкти являють собою спеціально створені ділянки, на яких зберігають живці від плюсових дерев і забезпечують можливість їх подальшого використання у селекційних та насінницьких програмах [8, 14].

Вони служать джерелом для розмноження та закладання нових насіннєвих культур [11, 29].

Важливим елементом системи збереження та раціонального використання генетичних ресурсів сосни звичайної в Україні є створення й упровадження сортів-популяцій, які мають стабільно високі господарсько цінні показники. З цією метою в країні сформовано мережу сортів сосни звичайної, внесених до Державного реєстру сортів рослин [12, 32]. Сортовий підхід дає змогу узагальнити результати багаторічних селекційних досліджень і забезпечити практичне використання відібраного генетичного матеріалу у лісовому господарстві [24].

Станом на 2001 рік в Україні було офіційно зареєстровано десять сортів сосни звичайної та один сорт крейдяної форми (*Pinus sylvestris* f. *cretacea*), які відзначаються інтенсивнішим ростом, формуванням прямого стовбура та

підвищеною якістю деревини. Ці сорти рекомендовані для створення продуктивних і біологічно стійких насаджень у відповідних лісорослинних умовах та розглядаються як важливий інструмент збереження цінного генофонду виду.

Водночас, попри досягнуті результати, сучасна селекція сосни звичайної в Україні супроводжується низкою проблем, що стримують ефективне збереження її генетичних ресурсів. Однією з ключових загроз є кліматичні зміни, які проявляються у збільшенні частоти посух і негативно впливають на природне поновлення соснових насаджень, особливо в умовах Полісся. Не менш суттєвими чинниками залишаються обмежене фінансування державних селекційних програм і недостатній рівень генетичного моніторингу.

Серйозною проблемою є також неповне впровадження результатів селекційних досліджень в практику лісовідновлення, оскільки в окремих господарствах і надалі використовується насіння невідомого або недостатньо контрольованого походження. Це підвищує ризик генетичного звуження популяцій, зумовленого обмеженою кількістю маточних дерев і слабким контролем процесів запилення на насіннєвих плантаціях [28, 36, 42].

З огляду на зазначені проблеми, перспективними напрямками подальшого розвитку селекції сосни звичайної в Україні є:

- розширення мережі клонових і родинно-клонових плантацій у кожній лісорослинній зоні.
- впровадження геномних та молекулярних методів селекції (маркер-асоційований відбір, ДНК-паспортизація насіння) [30, 31, 33].
- створення національного банку генетичних ресурсів сосни звичайної.
- адаптація селекційних програм до прогнозованих кліматичних сценаріїв, із добором посухостійких і морозостійких кліматипів [29, 32].

Методи збереження лісових генетичних ресурсів у межах Полісся ґрунтуються на поєднанні природоохоронних заходів із цілеспрямованим лісівничо-селекційним управлінням. Особливу цінність у цьому контексті становлять поліські популяції сосни звичайної, які характеризуються високою

екологічною пластичністю та адаптованістю до специфічних умов регіону, зокрема надмірного зволоження, піщаних ґрунтів і континентального клімату.

Ківерцівське лісництво, як один із репрезентативних об'єктів Полісся, демонструє комплексний підхід до збереження генофонду сосни звичайної. Тут активно впроваджуються заходи з відбору та охорони природних резерватів, підтримання генетично однорідних насаджень і збереження стиглих та перестійних деревостанів, що виконують роль стабільних джерел цінного репродуктивного матеріалу [10, 14].

Одним із основних інструментів збереження генетичних ресурсів є створення генетичних резерватів і плюсових деревостанів, у межах яких забезпечується природне поновлення сосни звичайної без істотного антропогенного втручання. Такі ділянки сприяють збереженню локальних генотипів, сформованих у результаті тривалої адаптації до поліських умов. Паралельно застосовуються заходи щодо запобігання неконтрольованому схрещуванню з менш пристосованими популяціями, а також здійснюється моніторинг генетичної структури насаджень, зокрема оцінка рівня генетичної різноманітності та стійкості до біотичних чинників [32].

За своїм змістом підходи до збереження генетичних ресурсів сосни звичайної, що застосовуються на Поліссі, мають низку спільних рис із методами, поширеними в європейських країнах. Водночас українська модель більшою мірою орієнтована на використання потенціалу природного поновлення та збереження локальної адаптації популяцій, що зумовлено як природними умовами регіону, так і традиціями лісового господарства [34]. У подальшому буде наведено порівняльний аналіз цих підходів із європейськими практиками та оцінено їх ефективність у різних екологічних умовах [14].

Загалом збереження лісових генетичних ресурсів розглядається як один із ключових елементів сталого управління лісами, оскільки саме рівень генетичного різноманіття визначає здатність лісових екосистем адаптуватися до кліматичних змін, поширення хвороб і зростання антропогенного навантаження. Ліси Європи, зокрема значні масиви сосни звичайної, потребують комплексних

підходів, які поєднують наукові, нормативно-правові та практичні інструменти охорони й відтворення генофонду.

В Україні структура збереження лісових генетичних ресурсів передбачає чітке розмежування об'єктів *in situ* та *ex situ*, що відповідає міжнародним класифікаціям відповідних методів охорони. До об'єктів *in situ* належать генетичні резервати, плюсові насадження та окремі плюсові дерева, що зберігаються у природних умовах їх зростання та виконують роль локальних джерел генетичного матеріалу. Натомість *ex situ* об'єктами вважають випробні культури, клонові, родинні та архівно-маточні плантації, а також постійні лісонасінні ділянки, де генетичний матеріал зберігається поза природними популяціями та може бути використаний для селекції і насінництва [2, 24].

На прикладі Ківерцівського лісництва такі підходи реалізуються у вигляді комбінованої системи генетичного менеджменту. У межах *in situ* тут передбачено збереження природних деревостанів сосни звичайної з високою часткою генетично цінних особин, включно з плюсовими деревами, що відібрані за ознаками росту, формою стовбура й якістю деревини. Ці ділянки виконують функцію природних резервів, де локальні генотипи продовжують успішне природне оновлення за мінімального людського втручання, що підтримує адаптацію виду до специфічних умов Полісся та зберігає генофонду мінливість у місцевому масштабі.

Паралельно в лісництві активно застосовуються *ex situ* елементи збереження. Репродуктивний матеріал від відібраних плюсових дерев передається до клонових, родинних та архівно-маточних плантацій, де його підтримують і примножують у контрольованих умовах. Такі плантації є частиною постійної лісонасінної бази і забезпечують регулярне надходження якісного насіння для лісовідновлення з контролем походження. Подібні *ex situ* об'єкти дозволяють не лише зберігати цінні генотипи, але й здійснювати селекційний відбір потомства в умовах змін клімату чи лісогосподарського навантаження, що є критично важливою складовою цілісної генетичної стратегії [3, 23].

У загальноукраїнському масштабі відповідні підходи також формалізовані: до Державного реєстру об'єктів *in situ* внесено понад 600 генетичних резервів різних деревних порід, а загальна площа постійних лісонасінних ділянок і насаджень *ex situ* становить кілька тисяч гектарів, що демонструє важливість інтеграції обох підходів для збереження лісових генетичних ресурсів у природних екосистемах і в селекційній практиці. Такий підхід відповідає загальноєвропейським стандартам і забезпечує ширший спектр генетичної мінливості для ефективного управління адаптацією сосни звичайної до сучасних екологічних викликів [7].

Одним із базових і найбільш поширених підходів до охорони лісових генетичних ресурсів у європейських країнах є *in situ* збереження, що передбачає підтримання та охорону генетичного різноманіття безпосередньо в природних умовах зростання порід. Реалізація цього підходу здійснюється шляхом створення природоохоронних територій, генетичних резерватів, а також постійних лісонасінневих ділянок, де забезпечується природне поновлення та мінімальне втручання у процеси формування насаджень. Так, у Польщі функціонує понад 500 генетичних об'єктів, призначених для збереження локальних популяцій лісових порід, зокрема сосни звичайної [40]. Подібна ідеологія простежується і в українській практиці, зокрема на території Полісся, де природні деревостани, збережені в умовах *in situ*, виконують роль стабільних резервів локально адаптованих генотипів.

Поряд із цим важливу роль у європейській системі відіграє *ex situ* збереження, яке полягає у вилученні та підтриманні генетичного матеріалу поза межами природних місцезростань. До таких методів належать створення насінневих банків, колекційних і клонових плантацій, а також кріосховищ. У країнах Європи функціонують спеціалізовані сховища, здатні зберігати насіння сотень генотипів, у тому числі за температури до -18°C , що забезпечує його довготривалу консервацію [38]. Аналогічний підхід застосовується й в Україні, де роль *ex situ* об'єктів виконують архівно-маточні та клонові насінневі

плантації, які дозволяють зберігати й багаторазово використовувати репродуктивний матеріал сосни звичайної.

Важливою складовою *ex situ* збереження в Європі є також лісонасінневі плантації, що поєднують функції охорони генетичних ресурсів і виробництва високоякісного насіння для потреб лісовідновлення. У Німеччині площа таких плантацій перевищує 8 тис. га, причому значна їх частка припадає на сосну звичайну як одну з провідних господарсько цінних порід [35]. Подібна функціональна роль притаманна і українським клоновим та родинно-клоновим плантаціям, зокрема в лісогосподарських підприємствах Полісся, де вони слугують основою для формування контрольованої насінневої бази.

Окремий напрям у європейській практиці становить генетична селекція та створення поліпшених сортів деревних порід, яка поєднує традиційні методи фенотипового відбору з використанням молекулярно-генетичних маркерів. Застосування таких інструментів дає змогу точніше оцінювати генетичну структуру популяцій і контролювати збереження внутрішньовидового різноманіття, що має особливе значення для сосни звичайної, представленої понад двадцятьма екотипами, адаптованими до різних кліматичних умов. В Україні ці підходи перебувають на стадії впровадження, однак уже використовуються для оцінки селекційного матеріалу та планування довготривалого збереження генофонду.

Невід'ємним елементом європейської системи охорони лісових генетичних ресурсів виступає моніторинг генетичного різноманіття, який охоплює періодичні обстеження насаджень, аналіз ДНК, оцінку репродуктивної здатності та стійкості до хвороб. Такі заходи дають змогу своєчасно виявляти негативні тенденції та коригувати лісівничі рішення. Подібні елементи моніторингу поступово інтегруються і в українську практику, зокрема на об'єктах постійної лісонасінної бази.

Збереження генетичних ресурсів у Європі тісно пов'язане з принципами адаптивного управління лісами, що враховують кліматичні зміни. Прогнозується, що до 2050 року середня температура в Центральній Європі може

зрости на 1,5–2,5 °C, що створює ризики для життєздатності окремих популяцій сосни звичайної [37]. У зв'язку з цим застосовуються заходи зі створення змішаних культур, переміщення репродуктивного матеріалу в межах сприятливіших регіонів та добору стійких генотипів [43]. Аналогічні виклики актуальні й для Полісся, що підсилює значення поєднання *in situ* та *ex situ* підходів у лісництвах, зокрема на прикладі Ківерцівського.

Вагому роль у реалізації європейської політики відіграє міжнародна координація, зокрема в межах програми EUFORGEN (European Forest Genetic Resources Programme – Європейська програма лісових генетичних ресурсів), яка забезпечує обмін інформацією, уніфікацію підходів та спільне планування заходів зі збереження лісових генетичних ресурсів [47, 51]. Додатково підкреслюється значення залучення місцевих громад і приватних лісокористувачів, оскільки значна частина популяцій сосни звичайної зосереджена поза межами державних лісів. Підвищення рівня поінформованості та підтримка сталих практик розглядаються як важливі чинники ефективної охорони генетичного різноманіття на локальному рівні [46].

Таким чином, збереження лісових генетичних ресурсів слід розглядати як стратегічно важливий і довготривалий напрям діяльності, спрямований на підтримання екологічної стійкості лісових екосистем, стабільності лісового господарства та забезпечення потреб майбутніх поколінь. Раціональне управління генетичним різноманіттям деревних порід створює основу для формування продуктивних, стійких і адаптованих до змін клімату насаджень.

Поєднання методів *in situ* та *ex situ*, підкріплене результатами наукових досліджень і розвитком міжнародного співробітництва, забезпечує комплексний підхід до охорони та відтворення генофонду лісових порід. Такий підхід дає змогу зберігати природну мінливість популяцій, водночас створюючи контрольовані резерви генетичного матеріалу для потреб селекції та лісовідновлення. Для сосни звичайної це має особливе значення, оскільки саме різноманіття її екотипів визначає здатність виду зберігати високу адаптивність і життєздатність упродовж тривалого часу.

Узагальнюючи наведені матеріали, можна стверджувати, що досвід європейських країн у сфері збереження лісових генетичних ресурсів є методично близьким до підходів, які застосовуються в Україні, зокрема в умовах Полісся. На прикладі Ківерцівського лісництва простежується ефективна інтеграція охорони природних деревостанів із використанням селекційних і насінницьких об'єктів, що відповідає сучасним вимогам сталого управління лісами. Подальший розвиток цих підходів, з урахуванням кліматичних викликів і впровадження сучасних генетичних методів, є необхідною умовою збереження генетичного потенціалу сосни звичайної як однієї з ключових лісоутворювальних порід України.

Селекція сосни звичайної в країнах Європи характеризується тривалим періодом розвитку та ґрунтується на багатовікових традиціях лісівничої науки й практики. Специфіка селекційних підходів визначається широким природним ареалом виду, значною екологічною амплітудою та високим рівнем внутрішньовидової мінливості локальних популяцій. У таких країнах, як Німеччина та Польща, де сосна звичайна є однією з провідних лісоутворювальних порід, селекційні програми насамперед орієнтовані на підвищення продуктивності насаджень і формування їх стійкості в умовах сучасних кліматичних змін.

У Польщі селекція сосни звичайної базується на системному відборі плюсових дерев, створенні клонових і родинних насінневих плантацій, а також на комплексній оцінці генетичної цінності популяцій у різних лісорослинних умовах. Польські науково-дослідні установи широко застосовують генетичні тести на ранніх етапах вирощування садивного матеріалу, що дозволяє скоротити тривалість селекційного циклу та підвищити точність прогнозування господарсько цінних ознак. При цьому особливу увагу приділяють адаптивним властивостям дерев, зокрема морозостійкості та толерантності до дефіциту вологи [49].

У Німеччині селекційні програми мають багаторівневий характер і поєднують традиційні методи польового відбору з сучасними молекулярно-

генетичними технологіями. Одним із ключових завдань є створення стійких генотипів сосни звичайної, здатних ефективно функціонувати в умовах зміщення кліматичних зон. Це пов'язано з тим, що прогнозоване підвищення температури повітря та зростання частоти екстремальних погодних явищ уже чинять відчутний вплив на життєздатність окремих регіональних популяцій. У цьому контексті німецькі дослідження активно впроваджують маркер-асоційовану селекцію для оцінки спадковості господарсько цінних ознак [48].

Для селекційних програм обох країн характерною є ґрунтова оцінка так званих екотипів сосни звичайної, які відрізняються специфічними морфологічними та фізіологічними особливостями. Випробування селекційного матеріалу в різних кліматичних і ґрунтових умовах дає змогу виявити найбільш перспективні генотипи для подальшого розмноження та практичного використання. Окремий напрям досліджень спрямований на підвищення резистентності дерев до шкідників і хвороб, актуальність чого зростає у зв'язку з поширенням інвазійних видів і зміною фітосанітарного стану лісів.

Загалом селекція сосни звичайної в європейських країнах спрямована на досягнення оптимального поєднання високої продуктивності, стійкості до абіотичних і біотичних стресорів та довготривалої адаптації насаджень до прогнозованих кліматичних умов. У подальших підрозділах розділу подано огляд основних наукових праць, досліджень і публікацій, які детальніше розкривають ці напрями та відображають сучасні підходи до селекції цього виду.

У Польщі селекція сосни звичайної спирається на численні дослідження генетичної мінливості та структури популяцій. Так, у одному з комплексних аналізів було охоплено 16 популяцій сосни за ядерними та хлоропластними мікросателітними маркерами. Результати показали, що польські популяції генетично досить однорідні, хоча фенотипово можуть відрізнятися, що дозволяє використовувати різні морфологічні форми при збереженні достатньої генетичної бази для селекції *Silva Fennica* [28, 40, 51]. Дослідження генетичної різноманітності у захищених масивах Польщі за *cpDNA* підтвердило важливість

охорони локальних популяцій для подальшого використання у селекційних програмах, особливо при доборі адаптованих до різних умов генотипів.

Морфологічні дослідження також показують значну варіативність популяцій. Аналіз структури голок і пагонів у популяції «Tabórz pine» продемонстрував, що на рівні мікросателітів існує суттєве різноманіття, що є цінним для оцінки селекційного матеріалу та добору «плюсових» дерев. Проведені дослідження насінневих садків підтвердили, що при недостатньому контролі материнських дерев і запилення можливе звуження генетичної бази, що безпосередньо впливає на ефективність селекційних програм. Ранні оцінки потомства відкритого запилення з польських насінневих садків дозволяють визначати найбільш перспективні дерева для добору селекційного матеріалу і формування нових родинних плантацій. Вибір матеріалу для селекції, насінництво, насінневі плантації [36, 49].

Провенансні експерименти надали важливу інформацію для селекції сосни за продуктивністю та якістю деревини. Так, 57-річне дослідження густини деревини з різних провенансів показало значну варіабельність, що дозволяє виділити найбільш цінні генотипи для господарського використання. Аналіз морфоанатомічних ознак голок і пагонів у 50-річному провенансному експерименті у Центральній Польщі підкреслив важливість комплексної оцінки морфологічних характеристик для добору «плюсових» дерев.

Таким чином, польських досліджень демонструють, що популяції сосни звичайної мають достатній рівень генетичної мінливості для проведення ефективної селекції, проте необхідно контролювати структуру насінневих садків та відбір материнських дерев. Провенансні дослідження вказують на значущість походження дерев для продуктивності, якості деревини та адаптивних властивостей. Морфологічні, анатомічні та фізико-механічні характеристики деревини, такі як густина та міцність, залишаються ключовими ознаками для відбору «плюсових» дерев і формування високоякісного селекційного матеріалу [42]. Таким чином польський досвід надає комплексну основу для розуміння

генетичної мінливості, адаптивних властивостей та господарсько цінних ознак сосни звичайної, що є важливим для формування ефективних селекційних програм.

У Німеччині селекція сосни звичайної зосереджена на вивченні впливу походження насіння та генетичних особливостей на ріст, діаметр і виживання дерев. Дослідження Гертель Г. та Шнек В. показало, що фенотипові ознаки значною мірою залежать від походження насіння, тоді як дані ізо-ензимних маркерів демонструють менше диференціювання між популяціями [30]. Це підкреслює необхідність контролю за походженням насіннєвого матеріалу при створенні насаджень та формуванні селекційних програм.

Німецькими науковцями вивчалися відмінності провенансів щодо росту та адаптації до посухи, що особливо важливо в умовах зміни клімату [31, 48]. Результати досліджень показують, що певні провенанси більш стійкі до абіотичних стресорів, а використання таких генотипів у селекції дозволяє формувати продуктивні та життєздатні насадження в нових кліматичних умовах.

Проект «Genetic Diversity of Scots Pine in Germany» спрямований на вивчення та підтримку сталого генетичного фонду сосни звичайної, зокрема у насіннєвих садках та експериментальних плантаціях [33, 34]. Документ «Herkunfts- und Verwendungsempfehlungen (HuV)» у Баварії містить детальні рекомендації щодо походження насіння, насінництва та вибору кращих генотипів чи провенансів для практичного використання. Ці дані є критично важливими для забезпечення ефективного відбору «плюсових» дерев та підтримки генетичного різноманіття у комерційних та селекційних насадженнях.

Таким чином, німецькі дослідження поєднують класичні методи оцінки росту та морфології з сучасними генетичними маркерами, що дозволяє не лише контролювати якість насіннєвого матеріалу, а й прогнозувати адаптаційні властивості дерев у контексті змін клімату. Цей підхід забезпечує комплексну основу для формування високоякісного селекційного матеріалу та підтримки стійкості популяцій сосни звичайної в довгостроковій перспективі.

У Румунії дослідження генетичної мінливості та структури популяцій сосни звичайної проводяться переважно на основі органельної та ядерної ДНК. Так, досліджено хлоропластні та мітохондріальні маркери у румунських популяціях, що дозволило оцінити роль пилку та насіння у генетичному потоці виду [25]. Результати показали наявність значної генетичної бази, яка може слугувати фундаментом для селекційних програм, зокрема для добору генотипів, адаптованих до різних екологічних умов.

Дослідженнями проаналізовано 8 природних популяцій на території Східних і Південних Карпат [45]. Було виявлено високий рівень генетичної різноманітності ($H_e \approx 0,697$) та нерівномірну просторову генетичну структуру, що відображає вплив історичних та екологічних факторів. Ці дані важливі для селекції, оскільки дозволяють планувати добір генотипів з урахуванням просторової генетичної структури та збереження різноманітності.

Крім класичних генетичних досліджень, румунські роботи також включають оцінку ростових і морфологічних характеристик. Наприклад, аналіз змін параметрів річних кілець хвойних видів, включно з сосною звичайною, у північно-східних Карпатах розкрив вплив кліматичних та внутрішньовидових факторів на ріст. Такі дані допомагають планувати селекцію з урахуванням екологічної адаптації дерев. Етноботанічні дослідження використання молодих пагонів і хвої сосни серед угорськомовних громад Трансильванії додають соціально-культурний контекст, що важливо для селекції з урахуванням потенційного господарського та місцевого використання виду [44].

Значення для селекції: розширює контекст – селекція не лише за ріст чи деревину, але також за культурними/соціально-економічними ознаками використання виду.

У Румунії існують якісні дослідження з генетичної мінливості (популяційна генетика) і провенансних випробувань для сосни звичайної – важливі для селекційної роботи [19, 37].

У цілому румунські популяції сосни звичайної мають достатній рівень генетичної мінливості для проведення ефективної селекції та формування провенансних програм. Основою для селекційних робіт є врахування походження дерев, їх адаптивних властивостей та просторової генетичної структури. Водночас у Румунії обмежена кількість досліджень, що спеціалізуються на клональній селекції, маркерній генетиці та насінневих садках, що створює потенційний простір для подальшого розвитку селекційних програм у локальних умовах.

У Франції селекція сосни звичайної поєднує як історичні напрацювання, так і сучасні підходи до оцінки продуктивності та адаптаційних властивостей дерев. У дослідженні «From genetic gain to economic gain: simulated growth and financial performance of genetically improved Scots pine and maritime pine planted stands in France, Finland and Sweden» (2021) проаналізовано ефективність використання генетично покращеного насіннєвого матеріалу сосни звичайної та сосни маритим (*Pinus pinaster*) [22, 38]. У Франції було створено насіннєвий садок першого покоління з польського провенансу Taborz, що дозволяє очікувати приросту об'єму близько 7 % за ротацію [17, 47]. Ці дані демонструють, як селекційна робота безпосередньо впливає на економічну рентабельність лісового господарства.

Співпраця Франції та Польщі також мала історичне значення для формування селекційного матеріалу. У статті «Genetic evaluation of Polish populations of Scots pine in France: A basis for a joint long term breeding programme» (1996) описано оцінку польських провенансів (Taborz) у Франції, створення клонової архівної колекції та планування насіннєвого садка з 154 клонів. Це демонструє приклад міждержавної кооперації, яка слугує основою для подальших селекційних програм та збереження генетичної бази.

Адаптивні властивості сосни звичайної у Франції досліджуються також у контексті екологічних стресорів. У південно-середземноморській зоні Франції у роботі «Does recent fire activity impact fire-related traits of *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus sylvestris* L. in the French Mediterranean area» (2020) порівнювали ознаки

стійкості до вогню у сосни звичайної та *Pinus halepensis*, аналізуючи морфологічні та функціональні характеристики дерев у зонах з пожежами та без них [21, 27]. Такі дані є важливими для селекції за адаптивними властивостями та планування насаджень у регіонах із високим ризиком пожеж.

У більш широкому контексті, технічні документи, такі як «Best Practice for Tree Breeding in Europe» та «*Pinus sylvestris* – EUFORGEN technical guidelines for genetic conservation and use» (2003), відображають практичні підходи до відбору популяцій у Франції та загальноєвропейські принципи збереження генетичних ресурсів [39]. У Франції для сосни звичайної відбирали три популяції – дві місцеві (Haguenau, Bitché) та польську (Taborz) – з урахуванням стійкості до літньої посухи, якості стовбура та щільності деревини.

Отже, французька селекція сосни звичайної поєднує історичний досвід міжнародної співпраці, оцінку продуктивності та адаптації до стресових умов, включаючи посуху та пожежі. Основні критерії відбору охоплюють продуктивність росту, якість деревини та адаптивні властивості, водночас у відкритих джерелах обмежена інформація щодо клонової селекції, маркерної генетики та створення насінневих садків безпосередньо у Франції для *P. sylvestris* [15, 19, 37].

У Великій Британії селекція сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) базується на комплексному підході, що поєднує оцінку генетичної адаптації, господарсько-цінних ознак та географічних зон походження насіння. Дисертаційне дослідження «Adaptive genetic variation in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Scotland» (M.J. Salmela, 2011) охопило приблизно 3 360 сіянців із 21 популяції та 84 відкрито-запилених сімей у шотландських гірських сосняках [41]. Було виявлено генетичну диференціацію за фенотиповими ознаками, зокрема час розпускання бруньок, а також зміни фотохімічної здатності у відповідь на холод і посуху. Це свідчить, що для британських умов доцільно враховувати адаптивну генетику при доборі насінневого матеріалу, а не лише нейтральні маркери.

Звіт «Wood properties and uses of Scots pine in Britain» (P. McLean та ін., Forest Research) систематизує знання про властивості деревини шотландської

сосни та її придатність для різних виробничих цілей. Дані про господарсько-цінні ознаки деревини включаються у селекційні критерії та дозволяють поєднувати продуктивність із якістю матеріалу. Багатосайтовий експеримент «Long-term multisite Scots pine trial, Scotland: mother tree, cone and seed phenotypes, 2007 v2» (Perry et al., 2022) надав емпіричні дані про дерева-«матері», шишки та насіння, що особливо важливо для формування насіннєвих садків і добору репродуктивного матеріалу [25].

Сучасні ініціативи, як-от «Infusing resilience into the Scots pine genetic resource» (Centre for Forest Protection, 2025) [50], підкреслюють новий підхід до селекції: окрім росту та деревини, акцент робиться на адаптаційні якості та стійкість до абіотичних і біотичних стресів, таких як посухи та хвороби. Система зон походження насіння («Provenance trials of native tree species», Forest Research) забезпечує врахування географічних та генетичних зон для сосни звичайної, що дозволяє більш точно планувати селекційні програми та насіннєві садки [18, 24].

Отже, британські дослідження охоплюють адаптивну генетику, репродуктивні ознаки, якість деревини та географічні зони походження, що формує структуровану селекційну програму сосни звичайної [20, 25]. Сучасні напрями селекції роблять акцент на стійкості до кліматичних змін та біотичних факторів, водночас залишаючи простір для розвитку клональної селекції, маркерної генетики та комерційного впровадження високопродуктивних генотипів [24].

У Данії селекція сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) спирається на багаторічні випробування провенансів, що дозволяють оцінити адаптацію різних походжень до місцевих умов. Звіт «DFF 360. Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark – Scots Pine Provenance Trials» (Holstener-Jørgensen H. & Holmsgaard E., 1988-1990) узагальнює результати 47 провенансних експериментів, охоплюючи близько 122 провенансів, серед яких 63 місцевих датських та інші з Норвегії, Швеції та Німеччини [Skovbrugsviden.dk]. Було виявлено значний ефект взаємодії «провенанс × сайт», що означає, що успішність вирощування певного походження значно залежить від конкретних умов місця. Цей матеріал слугує

важливою базою для добору провенансів у селекційних програмах та насінництві, враховуючи ріст, виживання і адаптацію.

Дослідження «Choice of Scots pine provenances for the dunes: Testing the offspring of three seed orchards in a 14 year-old provenance trial» (Kjær E.D., Barner H., 1998) продемонструвало практичне значення вибору провенансів для специфічних умов, зокрема для піщаних дюн. Через 14 років моніторингу показано, що не всі провенанси однаково успішно пристосовуються до екстремальних умов, підкреслюючи необхідність проведення випробувань перед комерційним використанням насіннєвого матеріалу.

Інформаційна сторінка «Scots pine – *Pinus sylvestris*» (University of Copenhagen) зазначає, що останній дикорослий екземпляр сосни у Данії зберігся на острові Лесо (Læsø), а більшість насаджень є введеними. Наведено варіабельність голок залежно від походження провенансу, що також важливо для оцінки генетичної та морфологічної мінливості під час добору насіння для насіннєвих садків і селекційних програм.

Таким чином, Данія має значну історичну базу для випробувань провенансів, що є ключовим для селекції та насінництва сосни звичайної. Основний виклик полягає у взаємодії «провенанс × умова росту», тобто провенанс, успішний в одних умовах, може погано проявити себе в інших, що потрібно враховувати при плануванні програм селекції. Загалом данський досвід підкреслює важливість врахування мінливості походження насіння та специфіки місця для ефективного збереження генетичних ресурсів та формування високопродуктивних насаджень сосни звичайної.

Загалом досвід європейських країн демонструє комплексний підхід до селекції сосни звичайної, що поєднує оцінку генетичного різноманіття, морфологічних, фізико-механічних та адаптаційних ознак, випробування провенансів, створення насіннєвих садків і міжнародну співпрацю. Ці підходи дозволяють ефективно добирати «плюсові» деревні екземпляри, підвищувати продуктивність і стійкість насаджень, а також зберігати генетичний потенціал виду для майбутніх поколінь

Підсумовуючи, можна зазначити наступне. Селекція сосни звичайної в Україні має понад півстолітню історію і є одним із найуспішніших напрямів лісівничої генетики. Розроблена система відбору «плюсових» дерев, створення маточних і насінневих плантацій, а також проведення географічних дослідів дозволили сформувати стабільну базу для отримання високоякісного насіння. Українські програми поступово впроваджують сучасні методи генетичного моніторингу, підвищення адаптивності насаджень і використання локальних популяцій, що є важливим для збереження генетичного різноманіття та стійкості сосни звичайної в умовах змін клімату.

Досвід європейських країн показує, що ефективна селекція та збереження генетичних ресурсів потребують комплексного підходу, який поєднує *in situ* та *ex situ* методи, оцінку генетичної структури популяцій, провенансні експерименти, клонову та сімейну селекцію, а також міжнародну співпрацю. Польща, Німеччина, Румунія, Франція, Велика Британія та Данія демонструють різні моделі відбору «плюсових» дерев, створення насінневих садків і адаптаційного добору генотипів. Аналіз цих прикладів дозволяє українським лісівникам розробляти стратегії підвищення продуктивності та стійкості соснових насаджень, інтегрувати сучасні молекулярні методи в практику та планувати довгострокове збереження генетичних ресурсів у Поліссі та інших регіонах.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

З метою встановлення морфологічних форм сосни та лісівничо-селекційної цінності цих деревостанів нами закладено три пробні площі згідно методичних рекомендацій УкрНДІЛГА. Дерева на пробі в кількості 100 штук вимірювались за діаметром і висотою, а також описувались за довжиною очищеного стовбура, живої крони, висотою піднімання грубої кори і її типом, вадами, товщиною скелетних гілок, заростанням стовбура від сучків. Отримані дані вимірів обраховували методами варіаційної статистики.

На основі вимірювань дерев у вибірці виконувався розрахунок середньої величини (M):

$$M = \frac{\sum X}{n} \quad (2.1)$$

де M – середнє арифметичне,

$\sum X$ – сума виміряних показників,

n – об'єм вибірки.

Ступінь різноманітності в групі дерев за даним показником визначався стандартним або середнім квадратичним відхиленням (s) за формулою:

$$s = \sqrt{\frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n - 1}} \quad (2.2)$$

де $(n-1)$ – кількість ступенів волі, що дорівнює об'єму вибірки мінус 1.

Відношення показником мінливості є коефіцієнт варіації V – стандартне відхилення, виражене у відсотках до середнього арифметичного даної вибірки:

$$V = \frac{s}{M} \cdot 100 (\%) \quad (2.3)$$

Мінливість прийнято вважати незначною, якщо коефіцієнт варіації не перевищує 10%, середньою, якщо $V=11-20\%$ і значною, якщо коефіцієнт варіації перевищує 20% [23].

Похибка середнього арифметичного і похибка вибірки вираховувалась за формулою:

$$m = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (2.4)$$

Оцінка точності, з якою визначені вибіркові середні, визначається як відношення похибки вибірки до свого середнього:

$$P = \frac{m}{M} \cdot 100 (\%) \quad (2.5)$$

Селекційну оцінку деревостанів здійснювали за шкалою Вересіна (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Селекційна характеристика насаджень за М. М. Вересіним

Категорія насаджень	Частка у частоті дерев, %	Повнота					
		1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
Мінусові	Поганих (мінусових) більше	75	70	65	60	55	50
Плюсові	Поганих (мінусових) менше	50	40	30	20	10	один.
	Хороших (плюсових і кращих нормальних разом) рівно чи більше	15	18	21	24	27	30

Примітка: всі насадження, що не ввійшли за показником до числа плюсових чи мінусових дерев відносити до нормальних.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Пробна площа закладена в деревостані сосни звичайної природного походження площею 2,8 га в кв. 98, вид. 2 Ківерцівського лісництва (табл. 3.1, рис. 3.1). За нашими даними, склад насадження 10Сз+Бп, I бонітет, вік 90 років, середня висота – 26,0 м, середній діаметр – 37,8 см, повнота – 0,75, запас на 1 га – 430 м³. Тип умов місцезростання – В_з. Тип лісу – вологий дубово-сосновий субір (ДС). В підліску зростає крушина ламка, горобина, в покриві чорниця, орляк звичайний, брусниця, верес звичайний, костяниця, щитник шартський, хвощ лісовий, веснівка дволиста. Ґрунт – дерново-середньопідзолистий глинисто-піщаний, рельєф знижений рівний. Пробна площа являє собою прямокутник площею 0,30 га.

Таблиця 3.1

Лісівничо-селекційна характеристика насаджень сосни звичайної

Тип лісорослинних умов і тип лісу		В _з , ДС
Склад насадження		10Сз+Бп
Походження		Природне
Вік, років		90
Середня висота, м		26,4
Середній діаметр, см		37,8
Клас бонітету		I
Повнота		0,75
Запас на 1 га, м ³		430
Відсоток дерев	Плюсових та кращих нормальних	19
	Нормальних	59
	Мінусових	22
Селекційна категорія		Нормальне

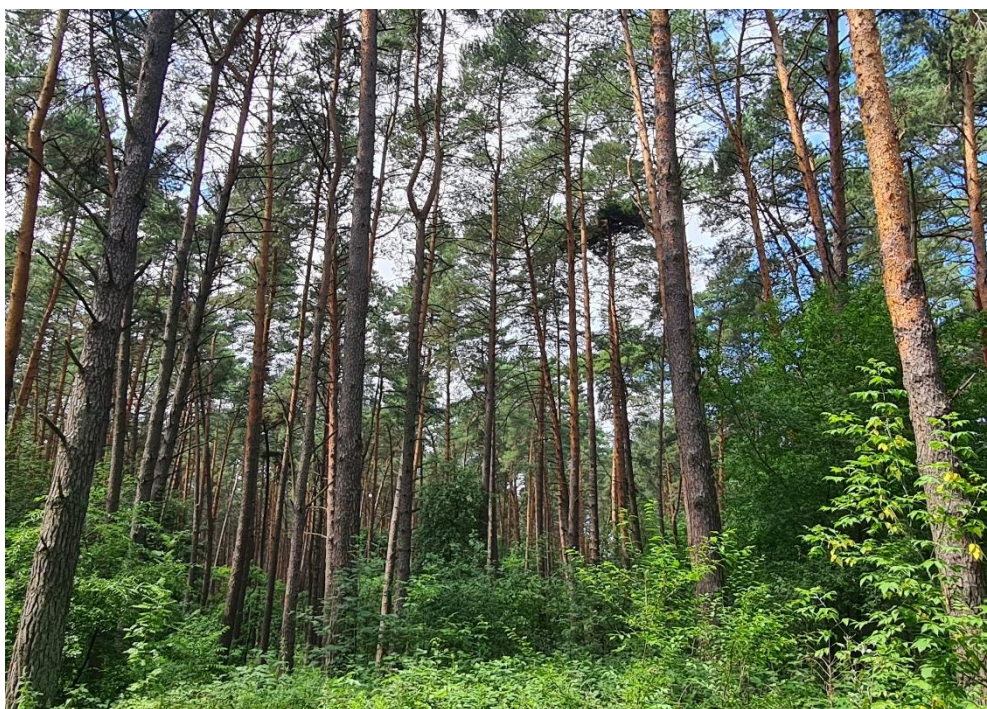
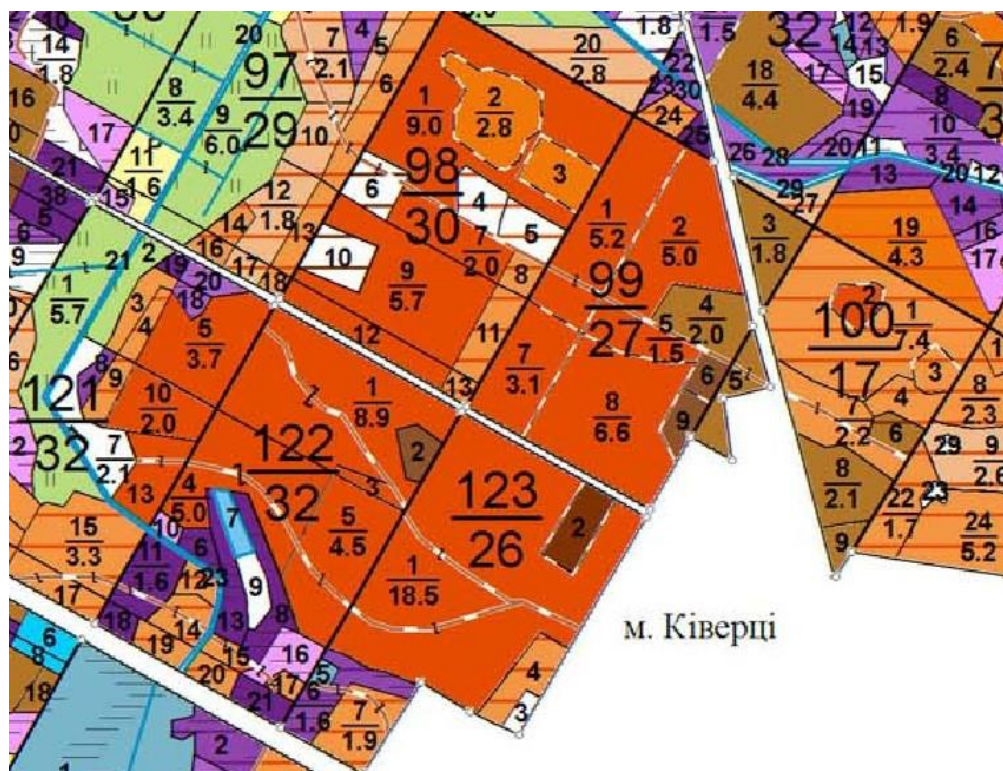


Рис. 3.1. Насадження сосни звичайної віком 90 років в кв. 98, вид. 2 Ківерцівського лісництва лісництва, тип умов місцезростання – В₃.

Діаметр стовбура на висоті 1,3 м у дерев коливається від 14 до 64 см при середніх значеннях на пробі 37,8 см ($M \pm m = 37,8 \pm 0,92$ см, $s = 9,16$ см, $V = 24,2\%$, $P = 2,4\%$).

Висота стовбура у дерев варіює від 19 до 33 м при середніх значеннях на пробі 26,4 м ($M \pm m = 26,4 \pm 0,23$ м, $s = 2,32$ м, $V = 8,8\%$, $P = 0,8\%$).

Довжина очищеного від мертвих сучків стовбура у дерев становить 3 – 15 м (табл. 3.2) при середніх значеннях на пробі 8,2 м ($M \pm m = 8,2 \pm 0,26$ м, $s = 2,59$ м, $V = 31,5\%$, $P = 3,1\%$).

Таблиця 3.2

Розподіл дерев (в %) на пробній площі за ступенем очищення стовбура від сучків в розрізі селекційних категорій дерев

Довжина очищеного стовбура, м	Разом	Кращі	Нормальні	Мінусові
1 – 3	3	-	1	2
3 – 5	9	-	5	4
5 – 7	16	2	12	2
7 – 9	31	8	17	6
9 – 11	30	6	19	5
11 – 13	8	2	4	2
13 – 15	3	1	1	1
Всього:	100	19	59	22

Висота підняття грубої кори у дерев коливається від 3 до 15 м (табл. 3.3) при середніх значеннях на пробі 7,7 м ($M \pm m = 7,7 \pm 0,27$ м, $s = 2,86$ м, $V = 37,3\%$, $P = 3,5\%$).

Відстаючі в рості (мінусові) дерева характеризуються меншим показником підняття грубої кори по стовбуру.

Таблиця 3.3

Розподіл дерев (в %) на пробній площі за висотою підняття грубої кори в розрізі селекційних категорій дерев

Висота підняття грубої кори, м	Разом	Кращі	Нормальні	Мінусові
3 – 5	11	1	7	3
5 – 7	21	1	14	6
7 – 9	35	7	21	7
9 – 11	20	7	10	3
11 – 13	7	2	4	1
13 – 15	6	1	3	2
Всього:	100	19	59	22

У 75% дерев насадження спостерігається добре заростання очищених від мертвих сучків місць, у 20% – задовільне, і лише у 5% – погане (табл. 3.4). Кращі дерева характеризуються переважно добрим заростанням.

Таблиця 3.4

Розподіл дерев (в %) на пробній площі за ступенем заростання очищених від мертвих сучків місць в розрізі селекційних категорій дерев

Ступінь заростання	Разом	Кращі	Нормальні	Мінусові
Добре	75	14	47	14
Задовільне	20	5	12	3
Погане	5	-	-	5
Всього:	100	19	59	22

За морфологічними формами крон (табл. 3.5) виділено конусоподібну, пірамідальну, овальну, кулясту. Останні дві форми (79%) свідчать про зниження інтенсивності ростових процесів. Деревостан характеризується уповільненим приростом у висоту. Більшість кращих дерев мають овальну форму крони.

Таблиця 3.5

Розподіл дерев (в %) на пробній площі за формою крон
в розрізі селекційних категорій дерев

Форма крон	Разом	Кращі	Нормальні	Мінусові
Конусноподібна	13	2	9	2
Пірамідальна	8	2	4	2
Овальна	46	9	27	10
Куляста	33	6	19	8
Всього:	100	19	59	22

За густотою крони виділено дерева з густою, середньою і рідкою кронами (табл. 3.6). Кращі з нормальних дерев мають переважно середню крону, мінусові – рідку.

Таблиця 3.6

Розподіл дерев (в %) на пробній площі за ажурністю крони в розрізі
селекційних категорій дерев

Ажурність крони	Разом	Кращі	Нормальні	Мінусові
Густа	19	7	10	2
Середня	56	11	37	8
Рідка	25	1	12	12
Всього:	100	19	59	22

За товщиною скелетних гілок в кроні дерев виділено три групи – товсті, середні, тонкі (табл. 3.7). За розподілом дерев за даною ознакою більша частина дерев (75%) мають тонкі гілки. Частина кращих дерев мають також товсті гілки.

Таблиця 3.7

Розподіл дерев (в %) на пробній площі за товщиною скелетних гілок крони в розрізі селекційних категорій дерев

Товщина скелетних гілок	Разом	Кращі	Нормальні	Мінусові
Тонкі	75	9	51	15
Середні	17	7	6	4
Товсті	8	3	2	3
Всього:	100	19	59	22

Довжина живої крони у дерев коливається від 5 до 15 м (табл. 3.8) при середніх значеннях на пробі 10,0 м ($M \pm m = 10,0 \pm 0,23$ м, $s = 2,28$ м, $V = 22,9\%$, $P = 2,3\%$). Мінусові дерева характеризуються меншою, а кращі більшою довжиною крони.

Таблиця 3.8

Розподіл дерев (в %) на пробній площі за довжиною крони в розрізі селекційних категорій дерев

Довжина крони, м	Разом	Кращі	Нормальні	Мінусові
5 – 7	10	1	4	5
7 – 9	24	1	12	11
9 – 11	34	8	23	3
11 – 13	21	6	13	2
13 – 15	11	3	7	1
Всього:	100	19	59	22

Діаметр проекції крони дерев змінюється від 1,5 до 9,5 м (табл. 3.9) при середніх показниках на пробі 5,4 м ($M \pm m = 5,4 \pm 0,14$ м, $s = 1,38$ м, $V = 25,4\%$, $P = 2,5\%$).

Таблиця 3.9

Розподіл дерев (в %) на пробній площі за діаметром проекції крони в розрізі селекційних категорій дерев

Діаметр проекції крони, м	Разом	Кращі	Нормальні	Мінусові
2 – 4	13	3	4	6
4 – 6	54	7	34	13
6 – 8	31	7	21	3
8 – 10	2	2	-	-
Всього:	100	19	59	22

В стиглому віці відсталі в рості (мінусові) дерева сосни на відміну від кращих дерев характеризуються низькими значеннями діаметра проекції крони.

Висока варіативність ($V > 20\%$) ряду морфологічних показників дерев, таких як діаметр стовбура, довжина очищеного від мертвих сучків стовбура, висота підняття грубої кори, довжина та діаметр проекції крони, свідчить про формове різноманіття сосни звичайної в досліджуваних деревостанах.

Дерева в насадженні розрізняються також за вадами (табл. 3.10). Встановлено наступні вади стовбура і крони дерев: незначна кривизна стовбура (16%), значна кривизна стовбура (3%), пасинок на стовбурі (2%), враження раком-сірянкою (2%), дерева з вилкою в кроні (роздвоєння стовбура в кроні, 5%), дерева з відьминою мітлою в кроні (1%). Дерева без вад складають 71%.

Таблиця 3.10

Розподіл дерев (в %) на пробній площі за вадами в розрізі селекційних категорій дерев

Вади	Разом	Кращі	Нормальні	Мінусові
Незначна кривизна	16	2	12	2
Значна кривизна	3	-	-	3
Відьмина мітла	1	-	-	1
Рак-сірянкa	2	-	-	2
Вилка в кроні	5	-	2	3
Пасинок	2	-	1	1
Без вад	71	17	44	10
Всього:	100	19	59	22

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЛІСОВОЇ ДІЛЯНКИ

Одним із методів, який дає змогу наближено визначити економічну оцінку ділянки лісу, є сума рентної плати за заготівлю деревини при проведенні рубки головного користування. Використовуючи дані закладеної пробної площі, отримано результати матеріально-грошової оцінки заготовленої деревини (табл. 4.1).

Ділянка представлена деревостаном сосни звичайної природного походження площею 2,8 га в кв. 98, вид. 2 Ківерцівського лісництва. За нашими даними, склад насадження 10Сз+Бп, тип умов місцезростання – В_з, у віці 90 років середня висота становить 26,4 м, середній діаметр – 37,8 см, розряд масових таблиць для сосни – 2, всього ліквіду на 1 га – 433 м³, із них ділової деревини – 379 м³. Сума рентної плати за заготівлю деревини становитиме 113461 грн. з 1 га.

Таблиця 4.1

Матеріально-грошова оцінка заготовленої деревини при проведенні рубки головного користування у кв. 98, вид. 2, з розрахунку на 1 га

Діаметр на 1,3 м, см	Порода <u>Сосна</u> Розряд масових таблиць <u>2</u>									
	Число стовбурів			Ділова				Дрова	Ліквід з крони	Всього ліквіду
	ділових	дров'яни	всього	крупної	середньої	дрібної	разом			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	1		1	-		0,07	0,07	0,00	-	0,07
16	1	1	2	-	0,05	0,09	0,14	0,18	-	0,32
20	3		3	-	0,57	0,18	0,75	0,03	-	0,78
24	5	1	6	-	1,75	0,20	1,95	0,56	0,06	2,57

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
28	6	1	7	0,30	3,00	0,12	3,42	0,79	0,07	4,28
32	8	2	10	2,88	3,28	-	6,16	2,04	0,20	8,40
36	13	3	16	8,32	4,68	-	13,00	3,90	0,48	17,38
40	24		24	22,56	7,68	-	30,24	0,96	0,96	32,16
44	12		12	15,12	3,48	-	18,60	0,60	0,60	19,80
48	8	1	9	12,80	2,08	-	14,88	2,63	0,54	18,05
52	7		7	13,79	1,68	-	15,47	0,49	0,56	16,52
56	1		1	2,37	0,21	-	2,58	0,08	0,10	2,76
60	1		1	2,81	0,17	-	2,98	0,09	0,13	3,20
64	1		1	3,28	0,14	-	3,42	0,10	0,15	3,67
Всього	93	7	100	84,23	28,77	0,66	113,66	12,45	3,85	129,96
Всього ліквіду на 1 га				281	96	2	379	42	13	433
Ціна 1 м ³ , розряд такс 3				329,6	211,88	82,38	-	8,99	3,6	-
Сума в грн.				92541	20319	181	113041	373	46	113461

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці є важливою складовою функціонування будь-якого підприємства в умовах ринкової економіки, оскільки виробничий травматизм і професійні захворювання призводять до суттєвих моральних та економічних втрат як для держави, так і для конкретного суб'єкта господарювання. Неприятливі умови праці знижують продуктивність, погіршують якість і підвищують собівартість продукції, що безпосередньо впливає на рентабельність та конкурентоспроможність підприємства. Тому турбота про безпечні та здорові умови праці стає одним із пріоритетних напрямів діяльності власників, керівників, профспілкових та державних органів.

Державна політика в галузі охорони праці, відповідно до Закону України «Про охорону праці», базується на пріоритеті життя і здоров'я працівника над результатами виробничої діяльності. До її ключових принципів належать підвищення рівня промислової безпеки через технічний контроль стану виробництва, технологій і продукції, забезпечення обов'язкового соціального захисту постраждалих на виробництві, повне відшкодування завданих збитків, а також встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств незалежно від форми власності. Роботодавець несе повну відповідальність за створення належних, безпечних та здорових умов праці, що перетворюється на одну з його основних управлінських функцій.

До завдань системи управління охороною праці належать навчання працівників безпечним методам роботи, пропаганда знань з безпеки, забезпечення безпечності технологічних процесів та виробничого устаткування, підтримання належних санітарно-гігієнічних умов, забезпечення колективними й індивідуальними засобами захисту. Важливими є також раціональні режими праці та відпочинку, організація лікувально-профілактичних заходів, професійний відбір на роботи підвищеної небезпеки та постійне удосконалення нормативної бази підприємства з питань охорони праці.

Важливою частиною системи охорони праці є інструктажі та навчання. Працівники зобов'язані знати і виконувати встановлені правила безпеки, для чого організовується вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі, а також курсове навчання. Вступний інструктаж проводиться з усіма, хто вперше приходить на підприємство або прибуває на навчання чи практику, незалежно від освіти й стажу, і має на меті ознайомлення із загальними положеннями з охорони праці, правилами внутрішнього розпорядку та характеристикою підприємства. Його зазвичай проводить інженер з охорони праці в спеціально обладнаному кабінеті із застосуванням наочних матеріалів і технічних засобів навчання; у віддалених підрозділах це може робити керівник структурного підрозділу за затвердженою програмою.

Первинний інструктаж на робочому місці працівник проходить після вступного, на початку першого робочого дня. Його проводять з усіма новоприйнятими, сезонними та тимчасовими працівниками, із тими, хто виконує нові для себе роботи, а також з відрядженими, які залучені до виробничого процесу, і зі студентами-практикантами. Мета – ознайомити з конкретними умовами праці, небезпечними та шкідливими виробничими факторами, вимогами до безпечних прийомів роботи на даному робочому місці. Інструктаж здійснює безпосередній керівник робіт з обов'язковим практичним показом безпечних методів праці, а факт проведення фіксується в журналах та посвідченнях.

Повторний інструктаж проводиться з усіма працівниками не рідше одного разу на півроку з метою перевірки та закріплення знань з охорони праці. Під час нього розбираються типові порушення, аналізуються причини нещасних випадків на аналогічних роботах, а працівники демонструють уміння користуватися засобами індивідуального захисту і дотримуватися вимог безпеки. Особи, які виявили недостатній рівень знань, до роботи не допускаються і зобов'язані повторно пройти інструктаж та перевірку знань. Усі інструктажі реєструються в спеціальних журналах з підписами інструктуючого та інструктованого.

Позаплановий інструктаж проводиться у випадках упровадження нових або змінених нормативних актів з охорони праці, змін технологічного процесу, модернізації устаткування, заміни матеріалів, а також при виявленні порушень, що призвели або могли призвести до травматизму чи аварій. Він обов'язковий після тривалих перерв у роботі, при надходженні інформації про аварії чи нещасні випадки на аналогічних виробництвах. Обсяг такого інструктажу визначається залежно від конкретної ситуації, а запис про його проведення вноситься до журналу із зазначенням причини.

Цільовий інструктаж організовується при виконанні разових робіт, не пов'язаних із постійною професійною діяльністю працівника (наприклад, навантажувально-розвантажувальні роботи, прибирання території), при ліквідації наслідків аварій, стихійних лих, а також перед проведенням робіт підвищеної небезпеки, що оформлюються нарядом-допуском. Відповідальний керівник робіт інструктує виконавців і членів бригади згідно з передбаченими заходами безпеки, а факт інструктажу фіксується в наряді-допуску й журналах реєстрації.

Таким чином, забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці є необхідною умовою існування підприємства в умовах конкурентного ринку. Керівник повинен не лише виконувати вимоги законодавства, а й формувати сприятливий морально-психологічний клімат у колективі, що сприяє підвищенню продуктивності праці та покращенню якості продукції чи послуг.

ВИСНОВКИ

1. Досліджуваний деревостан в умовах вологого субору Ківерцівського лісництва зростає за I бонітетом, характеризуються добрим станом і стійкістю, у віці 90 років при повноті 0,75 має запас деревини на 1 га 430 куб.м.

2. За селекційною структурою насадження належать до нормальних. Дерева відзначаються добрим очищенням стовбура від мертвих сучків і переважно добрим заростанням цих місць. Крони добре розвинені, в більшості овальної та кулястої форми крони, переважно середньої та рідкої ажурності, а гілки – в основному тонкі та середньої товщини. Більшість дерев не мають вад стовбура і крони, або мають лише незначну кривизну стовбура. Трапляються дерева з пасинком на стовбурі, вилкою в кроні, відьминою мітлою, а серед небезпечних захворювань – враження раком-сірянкою.

3. Висока варіативність морфологічних показників дерев, таких як діаметр стовбура, довжина очищеного стовбура, довжина та діаметр проекції крони, висота підняття грубої кори, свідчить про формове різноманіття сосни звичайної в деревостані, що дозволяє виконувати плюсову селекцію на місцевому матеріалі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гуменюк В. «Природне поновлення насаджень сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), пройдених низовими пожежами у регіоні Центрального Полісся України». Scientific Bulletin of UNFU, 2015, т. 25, № 5, с. 48–55.
2. Державне агентство лісових ресурсів України. Стан та розвиток постійної лісонасінної бази України: аналітичні матеріали. Київ : ДАЛРУ, 2023. Електронний ресурс.
3. ДП «Ліси України». Обстеження об'єктів постійної лісонасінної бази у філіях підприємства : офіційні повідомлення та звіти. 2023–2024. Електронний ресурс.
4. Заячук, В. Я., Погрібний, О. О., & Хомюк, П. Г. «Борові типи лісу сосни звичайної *Pinus sylvestris* L. в Українських Карпатах: класифікація та доповнення». Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова», 2019.
5. Зборовська, О. В. «Дослідження радіального приросту сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) в Україні». Конференційна доповідь / стаття, Житомирський філіал УкрНДІЛГА.
6. Лазар, О. Д. «Особливості насінноношення клонів сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) на клоново-насінневих плантаціях у Рівненській області». Агроекологічний журнал, 2021.
7. Мажула, О. С., Дишко, В. А. «Популяційні дослідження сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) в Україні як основа селекції та насінництва, збереження й відтворення її генетичного поліморфізму». Лісовий журнал, 2011, № 2, с. 32–35.
8. Мажула, О. С., Фучило, Я. Д., Шиянова, Т. П., Скороходов, М. Ю., & Рябчун, В. К. «Довгострокове збереження насіння сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) як основа створення швидкорослих енергетичних культур на маргінальних землях України». Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків, 2018.

9. Міністерство екології та природних ресурсів України. Стратегія збереження біорізноманіття та ландшафтного різноманіття України на період до 2020 року. Київ, 2014. 62 с.
10. Мороз, В. В., & Стасюк, Н. М. «Особливості росту та розвитку *Pinus sylvestris* L. в Яворівському національному природному парку». Збалансоване природокористування, 2020.
11. Патлай, І. М., Криницький, Г. Т., Волосянчук, Р. Т. та ін. «Селекція і генетика лісових деревних порід в Україні». У: Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть (том 4). Київ: Логос, 2001.
12. «Посівна якість насіння *Pinus sylvestris* L. у насадженнях». Наукові праці Лісівничої академії наук України, вип. 22, 2021.
13. Семігута, О. «Мінливість якісних показників насіння сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) у залежності від його кольору й цитологічних показників у ДП “Ліси України”, філія “Костопільське лісове господарство”». Матеріали МАН / доповідь (Рівненська Мала академія наук).
14. Фучило, Я. Д., Іванюк, І. Д., Макух, Я. П., Юхновський, В. Ю., Ременюк, С. О., & Кусік, В. М. «Перспективи використання сосни звичайної в агролісівництві на сільськогосподарських угіддях Полісся України». Біоенергетика, 2021.
15. Bastien, C., & Geri, C. «Sélection et santé du pin sylvestre. Les préoccupations de l'INRA». Notre Forêt GEDEF, 1991.
16. Blumenröther, M., Bachmann, M., & Müller-Starck, G. (2001). Genetic characters and diameter growth of provenances of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Silvae Genetica*, 50(5-6), 212–222.
17. «Conserver les ressources génétiques du pin». Ministère de l'Agriculture français – доповідь про збереження генетичних ресурсів сосни.
18. Cottrell, J. (Joan) and others «Selection and testing of conifers.» Forest Research (UK) – інформація про програми селекції сосни.

19. Crônier, D. «Étude du déterminisme génétique de deux familles de composés phénoliques dans les aiguilles de pin sylvestre (*Pinus sylvestris*)». Rapport INRA, 1995.
20. de Bécquevort, S. (Sophie) «Applying genetic approaches to understand Scots pine (*Pinus sylvestris*) in UK forestry.» (звіт / дисертаційна робота) Aberystwyth University / UK.
21. Donnelly, K., Cavers, S., Cottrell, J. E., & Ennos, R. A. «Genetic variation for needle traits in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.)» *Tree Genetics & Genomes*, 12(3), 2016.
22. FCBA. Variétés Forestières Améliorées, pour une forêt d'avenir – Pin sylvestre. Брошура про селекційні підходи й плантанти-насінники.
23. Forest Europe, EUFORGEN. Conservation and sustainable use of forest genetic resources in Europe: policy and technical guidelines. Rome: FAO, 2015. 96 p.
24. Forest.gov.ua. Матеріали щодо збереження та використання лісових генетичних ресурсів і селекційних об'єктів сосни звичайної в Україні. 2021–2024. Електронний ресурс.
25. Floran, V., Sestras, R. E., & García Gil, M. R. «Organelle Genetic Diversity and Phylogeography of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.)». *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39(1), 317–322, 2011.
26. Forest Research. «Provenance trials of native tree species.» Проект Forest Research, Великобританія.
27. Forestry Commission. FCTP 031: Genetic effects in native British trees (including Scots pine). Forestry Commission, UK.
28. Hebda, A., Skrzyszewski, J., & Wachowiak, W. «Zróżnicowanie fenotypowe i zmienność tła genetycznego polskich proveniencji sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.)». *Sylwan*, 161(4), 2017, s. 277–286.
29. Hebda, A., Wójkiewicz, B. та ін. «Genetic characteristics of Scots pine in Poland and reference populations based on nuclear and chloroplast microsatellite markers». *Silva Fennica*, 2017.

30. Hertel, H., & Schneck, V. (1999). Genetic and phenotypical variation of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) populations due to seed origin and environmental conditions at experimental sites. *Forest Genetics*, 6(2), 65–72.
31. Kätzel, R. (2003). Biomarker als Indikatoren zur Bewertung des Vitalitätszustandes der Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) im nordostdeutschen Tiefland. (Habilitationsschrift, TU Dresden) імеччині». Габілітаційна дисертація, TU Dresden, 2003.
32. Lewandowski, A., Samocko, J., & Chałupka, W. «Analiza struktury genetycznej populacji matecznej sosny zwyczajnej [*Pinus sylvestris* L.] i jej potomstwa». *Działalność Naukowa PAN. Wybrane Zagadnienia*, Tom 13, 2002, s. 45–46.
33. Liesebach, M. (2013). Züchtungsstrategie Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris* L.). In *Thünen Report 7*. (описує історію селекційних стратегій сосни в Німеччині)
34. Liesebach, M., Aronen, T., Lelu-Walter, M.-A., & Schneck, V. (2023). Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Y: Paques, L.-E. (Ed.), *Forest Tree Breeding in Europe* (Springer).
35. Müller-Starck, G. (2003). Genetic Diversity Parameters Associated with Viability and Growth in *Pinus sylvestris* Populations. In: *Tree Improvement in Europe*. 2003.
36. Nowakowska, J. «Zroznicowanie genetyczne wybranych populacji sosny zwyczajnej [*Pinus sylvestris* L.] na podstawie analiz RAPD». *Sylwan*, 147(11), 2003, s. 26–37.
37. Perot, T., Perret, S., Meredieu, C., & Ginisty, C. «Prévoir la croissance et la production du Pin sylvestre : le module Sylvestris sous Capsis 4». IRSTEA / INRA, 2007.
38. «*Pinus sylvestris* L.» – fiche technique, Ministère de l'Agriculture français.
39. Provan, J., Soranzo, N., Wilson, N. J., McNicol, J. W., Forrest, G. I., Cottrell, J., & Powell, W. «Gene-pool variation in Caledonian and European Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) revealed by chloroplast simple-sequence repeats.» *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 265, 1697–1705, 1998.

40. Przybylski, P., Tereba, A., Meger, J., Szyp-Borowska, I., & Tyburski, Ł. «Conservation of Genetic Diversity of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) based on cpDNA Studies». *Diversity*, 14(2), 2022.
41. Salmela, M. J. «Adaptive genetic variation in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Scotland.» PhD Thesis, University of Edinburgh, 2011.
42. Sewerniak, P. «Analiza wzrostu sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*) w zależności od wybranych typów i podtypów gleb autogenicznych w południowo-zachodniej Polsce». У: монографія (розділ), Uniwersytet Mikołaja Kopernika. 201x.
43. Sheller, M., Tóth, E. G., Ciocîrlan, E., Mikhaylov, P., Tatarintsev, A., Kulakov, S., Curtu, A. L. «Genetic legacy of southern Middle Siberian mountain and foothill populations of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.): Diversity and differentiation». *Frontiers in Forests and Global Change*, 6, 1152850, 2023.
44. Șofletea, N., Mihai, G., Ciocîrlan, E., & Curtu, A. L. «Chloroplast DNA Diversity in Populations of *P. sylvestris* L. from ... the Romanian Carpathians». *Forests*, 12(12), 1757, 2021.
45. Șofletea, N., Mihai, G., Ciocîrlan, E., & Curtu, A. L. «Genetic Diversity and Spatial Genetic Structure in Isolated Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Populations Native to Eastern and Southern Carpathians». *Forests*, 11(10), 1047, 2020.
46. Ștoica, E., Mihai, G., & Alexandru, A.-M. «Assessment of Genetic Variability in Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Provenance Trials in Romania». У: Proceedings of the Biennial International Symposium “Forest and Sustainable Development”, 8-ma Edition, Brașov, Romania, 2018.
47. Tela Botanica. «Diversité génétique du Pin sylvestre». (інформаційна стаття про генетичну мінливість *Pinus sylvestris*, з вибіркою з Франції).
48. Thünen, Institut für Forstgenetik. GenDivKiefer – Genetische Diversität der Kiefer in Deutschland.
49. Wachowiak, W. «Nucleotide polymorphism, recolonization, selection in *Pinus sylvestris*». *Sylwan*, 159(1), 2015, s. 53–61.
50. Whittet, R., Perry, A. та ін. «Infusing resilience into the Scots pine genetic resource.» Проект Centre for Forest Protection (UK).

51. Żukowska, W. B., Wójkiewicz, B., Lewandowski, A., & Wachowiak, W. «Genetic variation of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Eurasia: impact of postglacial recolonization and human-mediated gene transfer». *Annals of Forest Science*, 2023.