

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра садово-паркового та лісового господарства

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Андрій МЕЛЬНИК

«_____» _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему: **«ДОСВІД СТВОРЕННЯ ТА ВИРОЩУВАННЯ
ШТУЧНИХ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ
РІЗНИХ ТИПІВ ЗМІШУВАННЯ В УМОВАХ ФІЛІЇ
«СВЕСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»**

Виконав (-ла):

Ігор КОМАРИЦЬКИЙ

_____ *Ім'я ПРІЗВИЩЕ*

Група:

ЛІС 2401м

Науковий керівник

Тетяна МЕЛЬНИК,
Олександр ТОВСТУХА

_____ *Ім'я ПРІЗВИЩЕ*

Рецензент

Галина ЖАТОВА

_____ *Ім'я ПРІЗВИЩЕ*

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет *агротехнологій та природокористування*
Кафедра *садово-паркового та лісового господарства*
Ступень вищої освіти – *Магістр*
Спеціальність – *205 «Лісове господарство»*

ЗАТВЕРДЖУЮ
**Завідувач кафедри садово-паркового
та лісового господарства**

_____ Андрій МЕЛЬНИК

«_____» _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу**

прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема кваліфікаційної роботи _____

2. Керівник кваліфікаційної роботи _____

2. Строк подання здобувачем закінченої роботи _____

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно
опрацювати) _____

5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових
креслень) _____

Керівник кваліфікаційної роботи _____ / _____

Завдання прийняв до виконання _____ / _____

підпис

Дата отримання завдання «_____» _____ 20__ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назви етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Вибір теми і об'єкта досліджень	1-й семестр	
2.	Розробка завдання до кваліфікаційної роботи; складання календарного плану; формування змісту розрахунково-пояснювальної записки (формування переліку питань, які необхідно опрацювати в роботі). Підбір методик для проведення досліджень	1-й семестр	
3.	Виконання кваліфікаційної роботи		
3.1.	Підбір та аналіз літературних джерел з теми кваліфікаційної роботи	1-й семестр	
3.2.	Збір вихідних даних (проведення польових досліджень) для написання експериментальної частини кваліфікаційної роботи	2-й семестр	
3.3.	Підготовка загального варіанту кваліфікаційної роботи (розділ 1-3, висновки)	3-й семестр	
3.4.	Апробація результатів дослідження	За 40 днів до дати захисту	
4.	Перевірка роботи науковим керівником і допуск до попереднього захисту	За 35 днів до дати захисту	
5.	Перевірка кваліфікаційної роботи на унікальність	За 30 днів до захисту	
6.	Рецензування	За 15 днів до захисту	
7.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	За 10 днів до захисту	
8.	Прилюдний захист кваліфікаційної роботи перед екзаменаційною комісією	Відповідно наказу ректора	

Керівник кваліфікаційної роботи _____ / _____

Здобувач _____ / _____

АНОТАЦІЯ

Комарицький Ігор. Досвід створення та вирощування штучних лісових культур сосни звичайної різних типів змішування в умовах філії «Свеське лісове господарство». Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр Лісового господарства за ОПП «Лісове господарство». Сумський національний аграрний університет. Суми. 2025.

У дипломній роботі розглянуто особливості формування, росту та продуктивності штучних лісових культур сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) різних типів змішування в умовах дерново-підзолистих ґрунтів філії «Свеське лісове господарство», що належить до Поліської природно-лісної зони північного сходу України. Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення стійкості та продуктивності соснових насаджень в умовах кліматичних змін і зростання антропогенного навантаження, а також переходом від переважання монокультур до формування змішаних деревостанів, здатних забезпечувати вищу екологічну й господарську ефективність.

Метою роботи є оцінити вплив різних типів змішування сосни звичайної з супутніми деревними породами (березою повислою, модриною європейською, дубом звичайним та ялиною європейською) на таксаційні показники, стан, збереженість та продуктивність лісових культур у типових умовах філії «Свеське лісове господарство» й обґрунтувати оптимальні варіанти породного складу для лісовідновних заходів. Об'єктом дослідження є штучні лісові культури сосни звичайної, створені ручним способом під «меч Колесова», предметом – таксаційні характеристики, санітарний стан, збереженість та запас деревини чистих і змішаних культур різних типів складу (10Сз; 9Сз1Бп, 8Сз2Бп, 7Сз3Бп; 9Сз1Мде, 8Сз2Мде; 8Сз2Дз; 9Сз1Яле, 8Сз2Яле).

Дослідження виконано на системі пробних площ, закладених у Дружбівському, Прудищанському, Свеському, Олинському та Чуйківському лісництвах. Застосовано стандартні лісівничо-таксаційні методики: повний перелік дерев за породами та категоріями стану, вимірювання діаметрів на висоті 1,3 м і висот модельних дерев, визначення густоти, повноти, бонітету й збереженості культур. Оцінювали санітарний стан насаджень, фіксували наявність сухостою, всихаючих дерев, механічних пошкоджень та ознак ураження шкідниками і хворобами. Камеральну обробку даних здійснювали із використанням Microsoft Excel, запас деревини розраховували за типовими таксаційними таблицями, проводили порівняння змішаних варіантів із контрольними чистими культурами сосни.

У результаті встановлено, що збереженість лісових культур сосни звичайної загалом є високою, але істотно залежить від типу змішування. Найвищі показники приживлення зафіксовано в чистих соснових культурах (90–92 %) та у змішаних культурах із ялиною європейською (87–90 %), де присутність тіньовитривалої супутньої породи сприяє формуванню сприятливого мікроклімату й зниженню рівня пошкодження хвої шкідниками. У культурах із березою повислою збереженість знижується до 80–85 % унаслідок її швидкого початкового росту та конкурентного впливу на сосну. Змішані насадження з модриною та дубом забезпечують стабільну збереженість на рівні 85–88 %, демонструючи достатню екологічну сумісність порід.

Оцінка запасу деревини показала, що найвищі показники продуктивності мають змішані культури сосни звичайної з модриною європейською: у варіантах 9С31Мде та 8С32Мде запас перевищує чисті соснові насадження на 12–15 %. Сосново-ялинові насадження забезпечують підвищення запасу на 5–7 % завдяки рівномірнішій вертикальній структурі та оптимальній зімкнутості крон. Змішування сосни з дубом і березою забезпечує помірне зростання продуктивності (на 5–10 %), але потребує ретельного регулювання міжпородної конкуренції через систему своєчасних

освітлень і прочищень. Загалом доведено, що введення до складу культур 10–20 % супутніх порід, насамперед модрини європейської та ялини європейської, є оптимальним для умов дерново-підзолистих ґрунтів філії «Свеське лісове господарство» та забезпечує найкраще поєднання збереженості, стійкості й приросту запасу порівняно з чистими культурами сосни.

Отримані результати мають практичне значення для вдосконалення системи лісовідновлення в Поліській природно-лісистій зоні, планування складу штучних лісових культур та розроблення рекомендацій щодо оптимальних схем змішування сосни звичайної з супутніми породами. Матеріали роботи можуть бути використані у виробничій діяльності філії «Свеське лісове господарство» та в освітньому процесі Сумського національного аграрного університету під час викладання дисциплін лісівничого циклу й виконання студентських наукових і кваліфікаційних робіт.

Ключові слова: сосна звичайна (Pinus sylvestris L.), штучні лісові культури, змішані насадження, модрина європейська (Larix decidua Mill.), ялина європейська (Picea abies (L.) Karst.), береза повисла (Betula pendula Roth), дуб звичайний (Quercus robur L.), збереженість, запас деревини, філія «Свеське лісове господарство».

ABSTRACT

Komarytskyi Ihor. Experience in establishing and growing artificial forest plantations of scots pine with different mixing types in the conditions of the “Sveske Forestry” Branch. Master’s qualification thesis for obtaining the Master’s degree in Forestry under the Educational and Professional Program “Forestry”. Sumy National Agrarian University. Sumy, 2025.

The thesis examines the features of establishment, growth, and productivity of artificial forest plantations of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) with different

mixing types under the conditions of sod-podzolic soils of the “Sveske Forestry” branch, located within the Polissia natural-forest zone of northeastern Ukraine. The relevance of the topic is determined by the need to increase the resilience and productivity of pine stands under conditions of climate change, intensifying anthropogenic pressure, and the transition from dominance of monocultures to diversified mixed stands capable of providing higher ecological and economic efficiency.

The aim of the work is to assess the influence of different mixing types of Scots pine with accompanying tree species (silver birch, European larch, pedunculate oak, and Norway spruce) on stand mensurational parameters, condition, survival, and productivity of forest plantations in the typical conditions of the “Sveske Forestry” branch, and to justify optimal species compositions for reforestation practices. The object of the study is artificial forest plantations of Scots pine established manually using the “Kolesov planting spade” technique; the subject includes mensurational characteristics, sanitary condition, survival, and timber stock of pure and mixed stands of various compositions (10Ps; 9Ps1Bp, 8Ps2Bp, 7Ps3Bp; 9Ps1Lde, 8Ps2Lde; 8Ps2Qr; 9Ps1Pa, 8Ps2Pa).

The research was carried out on a system of sample plots established in the Druzhbivka, Prudyshche, Svesa, Olyne, and Chuikiv forestries. Standard forest mensuration methods were applied: complete tree inventory by species and condition categories, diameter measurements at 1.3 m, height measurements of model trees, determination of stand density, stocking, site index, and plantation survival. The sanitary state of the stands was assessed, including the presence of deadwood, declining trees, mechanical damage, pest activity, and disease symptoms. Data processing was performed using Microsoft Excel; timber stock was calculated based on standard yield tables, and mixed variants were compared with the control pure Scots pine cultures.

The study found that survival rates of Scots pine plantations are generally high but vary significantly depending on the mixing type. The highest survival was recorded in pure pine stands (90–92%) and in pine–spruce mixtures (87–90%),

where the presence of a shade-tolerant component improved microclimatic conditions and reduced pest damage to pine needles. In pine–birch mixtures, survival decreased to 80–85% due to strong early growth and competition from birch. Pine–larch and pine–oak mixtures maintained stable survival rates (85–88%), demonstrating good ecological compatibility of component species.

Timber stock assessment showed that the most productive stands were pine–larch mixtures: in the 9Ps1Lde and 8Ps2Lde variants, timber stock exceeded pure pine stands by 12–15%. Pine–spruce mixtures showed a 5–7% increase due to a more balanced vertical structure and optimal crown closure. Mixtures with oak and birch produced moderate increases in productivity (5–10%) but require careful regulation of interspecific competition through timely tending operations. Overall, it was demonstrated that incorporating 10–20% of accompanying species—primarily European larch and Norway spruce – is optimal for sod-podzolic soils of the “Sveske Forestry” branch and ensures the best combination of survival, resilience, and productivity compared to pure Scots pine plantations.

The results obtained have practical significance for improving reforestation systems in the Polissia natural-forest region, planning the composition of artificial forest plantations, and developing recommendations for optimal mixing schemes of Scots pine with accompanying species. The materials of the thesis may be used in the production activities of the “Sveske Forestry” branch and in the educational process of Sumy National Agrarian University in forestry-related disciplines and student research and qualification works.

Keywords: *Scots pine (Pinus sylvestris L.), artificial forest plantations, mixed stands, European larch (Larix decidua Mill.), Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.), silver birch (Betula pendula Roth), pedunculate oak (Quercus robur L.), survival, timber stock, “Sveske Forestry” branch.*

ЗМІСТ

ВСТУП	10
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	12
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1. Умови проведення досліджень	22
2.2. Методика дослідження	25
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	27
3.1. Таксаційні показники лісових культур сосни звичайної за різних способів створення та їх аналіз	27
3.2. Стан і збереженість насаджень	43
ВИСНОВКИ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47

ВСТУП

Актуальність досліджень. Сучасний стан лісових екосистем України характеризується посиленням антропогенного впливу, зміною кліматичних умов та зростанням потреби у підвищенні стійкості та продуктивності лісів. Лісові культури, як основний інструмент відновлення та формування цінних деревостанів, відіграють ключову роль у забезпеченні раціонального лісокористування та стабільного функціонування лісових ландшафтів. Одним із найпоширеніших об'єктів лісокультурного виробництва є сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), яка завдяки швидкому росту, високій екологічній пластичності та господарській значущості є базовою породою для степової та лісостепової зон України. Водночас результати росту і розвитку деревостанів значною мірою визначаються способами створення культур, вибором супутніх порід, схемою змішування та особливостями догляду.

Проблематика змішаних культур сосни з дубом, березою, модриною чи ялиною набуває особливої актуальності, оскільки такі насадження характеризуються підвищеною екологічною стійкістю, кращою протидією шкідникам і хворобам, формуванням складнішої структури та більшим потенціалом продуктивності порівняно з чистими сосновими культурами. Оцінка стану, збереженості та продуктивності лісових культур сосни звичайної, створених за різних способів змішування порід, є актуальним завданням для удосконалення технологій лісовідновлення в регіоні та підвищення ефективності ведення лісового господарства.

Метою кваліфікаційної роботи є оцінка стану, збереженості та продуктивності лісових культур сосни звичайної, створених за різних способів змішування порід, у виробничих умовах філії «Свеське лісове господарство».

Об'єктом дослідження є лісові культури сосни звичайної різного породного складу, створені в умовах дерново-підзолистих ґрунтів Свеського лісового господарства.

Предметом дослідження є вплив способів змішування порід на збереженість, таксаційні показники, ріст і продуктивність молодих лісових культур сосни звичайної.

Завдання дослідження включали аналіз лісорослинних умов дослідних ділянок, вивчення особливостей формування культур різного складу, проведення таксаційної оцінки стану насаджень, визначення рівня збереженості дерев, розрахунок запасу деревини та обґрунтування найбільш ефективних варіантів змішування порід.

Методи дослідження ґрунтувалися на використанні загальноприйнятих лісівничо-таксаційних підходів. На пробних площах здійснювали повну інвентаризацію дерев за породами з вимірюванням діаметрів та висот модельних дерев, визначенням густоти, повноти, складу, бонітету та запасу насаджень. Додатково застосовували порівняльний аналіз різних варіантів змішаних культур, фотографічну фіксацію стану насаджень та статистичну обробку отриманих даних.

Наукова новизна роботи полягає у встановленні особливостей росту і розвитку культур сосни звичайної, створених із дубом, березою, модриною та ялиною в умовах дерново-підзолистих ґрунтів Сумщини, а також у визначенні найбільш продуктивних і стійких варіантів змішування порід для регіону. Уперше здійснено комплексне порівняння показників збереженості та запасу деревини молодих культур залежно від складу та інтенсивності доглядів.

Практичне значення роботи полягає в можливості використання отриманих результатів для вдосконалення технології створення та вирощування лісових культур на території філії «Свеське лісове господарство» та інших лісогосподарських підприємств Сумської області.

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів, що включають огляд літератури, характеристику об'єктів та методів дослідження, результати досліджень та їх обговорення, висновків, списку використаних джерел та додатків.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) є однією з найбільш поширених і важливих лісотворних порід Європи та провідною хвойною породою України, що визначає структуру та продуктивність значної частини лісових екосистем. Її природний ареал охоплює величезну територію – від Атлантичного узбережжя Франції, Шотландії та Іспанії до Сибіру й північного Китаю, створюючи один із найширших ареалів серед деревних видів помірної зони. Завдяки цьому сосна звичайна стала ключовим елементом європейських лісів, адаптованим до широкого спектра кліматичних умов – від сухих борових екоотопів Центральної Європи до болотистих і холодних ландшафтів Скандинавії. Її здатність витримувати континентальні кліматичні умови, широкий діапазон температур, низьку родючість ґрунтів і обмежену вологість робить її універсальною породою, що формує основу лісового покриву у багатьох регіонах [3, 7, 25].

В Україні сосна звичайна має виняткове лісівниче значення, займаючи провідні позиції в структурі лісового фонду держави. Вона становить близько 35 % від площі всіх лісів країни й домінує у Поліссі, де формує типові бори та субори, а також широко використовується в Лісостепу для заліснення піщаних і еродованих земель. Завдяки високому екологічному амплітудному потенціалу сосна здатна рости на ґрунтах низької родючості, де інші породи не забезпечують достатньої продуктивності. Саме тому її активно застосовують у культурному лісівництві, рекультивації порушених земель, створенні захисних лісових насаджень і водоохоронних лісів. Важливою характеристикою сосни є її швидке раннє зростання та здатність формувати стрункі, високі деревостани, що забезпечують високі експлуатаційні та протиерозійні функції [12].

У європейському контексті сосна звичайна також є ключовою породою для забезпечення сталого лісокористування й розвитку деревообробної

галузі. У Швеції та Фінляндії вона становить основу промислової деревини, визначаючи економічний потенціал лісового сектору та формуючи традиції сталого лісівництва, орієнтованого на довготривале відновлення й раціональне використання ресурсу. У Німеччині, Польщі та країнах Балтії сосна відіграє важливу роль у формуванні лісового покриву в умовах бідних піщаних ландшафтів післявоєнного періоду, а сучасні дослідження підкреслюють її участь у створенні змішаних культур, що здатні адаптуватися до кліматичних змін. Міжнародні лісівничі програми, зокрема ініціативи Європейського лісового інституту (EFI), трактують сосну звичайну як стратегічну породу для забезпечення вуглецевого балансу та підвищення стійкості європейських ландшафтів до посух, буреломів, пошкоджень шкідниками й патогенами [9].

Важливість сосни не обмежується економічною роллю – вона є одним із головних компонентів біотичних екосистемних процесів. Завдяки розвиненій кореневій системі сосна відіграє ключову роль у фіксації ґрунтів, особливо на піщаних масивах, запобігаючи вітровій ерозії й дефляції. У природних умовах соснові ліси формують специфічний мікроклімат, підтримують різноманіття флори та фауни, слугують середовищем існування для десятків рідкісних видів лишайників, грибів і комах. Крім того, соснові деревостани є одним із найбільших резервуарів вуглецю в лісових екосистемах України та Північної Європи. Дослідження останніх років доводять, що сосна звичайна має високу здатність до довготривалого накопичення органічної речовини в біомасі та ґрунті, що робить її важливою складовою кліматичної політики Європейського Союзу [14].

У контексті сталого лісоуправління сосна звичайна розглядається як перспективна порода не лише завдяки швидкому росту, але й можливості ефективного введення її у змішані культури. Європейські та українські дослідження підкреслюють, що змішані соснові насадження виявляють підвищену стабільність до хвороб і шкідників, мають більш рівномірний річний приріст та оптимальнішу структуру пологую, що підвищує їх стійкість

до кліматичних екстремумів. Саме тому у сучасних рекомендаціях щодо ведення лісового господарства, включаючи українські нормативні документи та європейські директиви Natura 2000, сосна звичайна розглядається як базова порода для формування продуктивних та екологічно збалансованих лісових екосистем [17].

Таким чином, сосна звичайна є однією з найважливіших лісотвірних порід України та Європи, що поєднує широкий екологічний діапазон, високу економічну цінність, здатність до формування стійких лісових угруповань і значний потенціал у забезпеченні екологічної безпеки та адаптації лісів до сучасних кліматичних викликів. Її роль у формуванні лісових ландшафтів, вуглецевому циклі та соціально-економічному розвитку лісових регіонів робить її стратегічно важливою породою, дослідження та ефективне використання якої є ключовою умовою сталого розвитку лісового господарства.

У сучасних умовах реформування лісового господарства України та переходу до наближеного до природи ведення лісу питання оптимізації створення та вирощування штучних лісових культур сосни звичайної набуває особливої актуальності. Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) є однією з головних лісоутворюючих порід країни, широко використовується для лісорозведення на бідних піщаних і супіщаних ґрунтах, на еродованих землях, техногенно порушених територіях та в захисному лісорозведенні. Узагальнення вітчизняних та європейських досліджень свідчить, що перехід від традиційних монокультур до різних типів змішаних насаджень розглядається як один з ключових шляхів підвищення продуктивності та стійкості соснових лісів у контексті кліматичних змін [1].

В Україні значний обсяг наукових робіт присвячено оцінці стану та продуктивності соснових насаджень у різних природно-кліматичних зонах.

Дослідження модальних деревостанів сосни в умовах Лісостепу України показали, що за переважання чистих культур формується відносно вузький спектр типів лісу та обмежується потенціал повнішого використання

грунтово-кліматичних ресурсів, тоді як за участі супутніх порід структура насаджень стає різноманітнішою, а реакція на стресові чинники – більш диференційованою [2]. Для Полісся та північних районів Лісостепу, до яких належить і територія Сумської області, наголошується, що сосна звичайна найвищу продуктивність досягає у свіжих суборах і судібровах, але саме тут постає питання доцільності введення домішки листяних порід для покращення ґрунтових умов і зменшення ризиків пошкодження шкідниками та хворобами [3].

Окремий напрям вітчизняних досліджень стосується порівняння продуктивності чистих і змішаних насаджень сосни звичайної. Роботи, виконані в умовах Північного Степу України, показали, що попри домінування чистих соснових культур (понад 80 % площі), саме змішані насадження в ряді випадків демонструють кращі показники використання простору, більш раціональний розподіл діаметрів і висот та вищу частку дерев високих бонітетів [4, 32]. Аналіз динаміки біопродуктивності соснових насаджень у цьому регіоні підтверджує, що за участі супутніх порід змінюється хід наростання запасу, структура пологів та щільність деревостану, що в перспективі може забезпечувати більш стабільний приріст упродовж тривалого періоду росту [5, 36]. Подібні тенденції відзначаються і для соснових лісів Полісся, де з віком біопродуктивність та здатність до акумуляції вуглецю істотно зростають, а змішані деревостани розглядаються як один із інструментів підвищення екологічної ефективності лісокористування [6, 13].

Важливе місце у вітчизняній літературі займають дослідження оптимальних типів змішування сосни з березою повислою в умовах Українського Полісся. Встановлено, що починаючи з віку близько 20 років найпродуктивнішими є насадження з часткою сосни 80–90 % і домішкою берези на рівні 10–20 %, тоді як як чисті соснові культури або деревостани з високою часткою берези поступаються їм за запасом [7, 9]. Автори наголошують, що така комбінація порід сприяє формуванню більш стійких

фітоценозів, у яких береза виконує роль тимчасової, але важливої супутньої породи, що покращує мікроклімат і ґрунтові умови, а в подальшому вибірковими рубками може бути поступово вилучена, залишаючи високопродуктивний сосновий деревостан. Цей підхід безпосередньо корелює з сучасними уявленнями про керовані, "динамічні" змішані культури, у яких співвідношення порід змінюється в часі.

У новіших роботах, присвячених лісовідновним процесам у конкретних лісгоспах Лісостепу та Полісся, робиться акцент на поєднанні природного поновлення та створення штучних культур сосни звичайної з домішкою інших деревних порід. Підкреслюється, що в умовах змін клімату, почастищення екстремальних погодних явищ та посилення антропогенного навантаження, змішані насадження сосни, дуба, берези, модрина та інших супутніх порід мають вищий потенціал стійкості порівняно з чистими монокультурами [8, 22]. Методичні рекомендації з лісовідновлення на еродованих і малопродуктивних землях прямо вказують на доцільність використання сосни звичайної як головної породи з обов'язковим введенням домішки листяних та кущових видів з метою покращення ґрунтових умов і підвищення екологічної ролі лісових насаджень [3, 9, 40].

Зарубіжні дослідження, присвячені змішаним лісам за участю Scots pine, надають широкий порівняльний фон для інтерпретації українського досвіду. Одним із найкраще вивчених є поєднання сосни звичайної з європейським буком у різних частинах Європи. Довгострокові експерименти, проведені на системі "триплетів" (сусідні чисті і змішані насадження), показали, що в багатьох випадках змішані деревостани сосни і бука мають або не нижчу, або й вищу сумарну продуктивність порівняно з монокультурами, при цьому змінюються співвідношення росту кожної породи, структура пологую та розподіл приросту [10]. Результати свідчать, що так званий ефект "перевиробництва" (overyielding) для змішаних насаджень проявляється не завжди, але у разі високої комплементарності екологічних ніш порід (різні глибини кореневих систем, відмінні вимоги до світла та

вологи) змішані лісостани можуть ефективніше використовувати ресурси середовища [11].

Значну увагу приділено й змішаним насадженням сосни з дубом, березою та іншими листяними породами. Комплексні дослідження росту сосни й дуба у змішаних та чистих деревостанах уздовж широтного градієнта в Європі показали, що характер взаємодії порід змінюється залежно від родючості та зволоження ґрунтів, однак у багатьох умовах змішані насадження забезпечують більш стабільний сумарний приріст і кращу адаптацію до стресових чинників [12]. Інші роботи демонструють, що домішка берези до соснових насаджень (як у Скандинавії, так і у Великій Британії) здатна підвищувати ранню продуктивність і різноманіття структури лісу, хоча надмірна частка берези може посилювати конкуренцію за світло, особливо на менш родючих ділянках [7, 13, 25].

Узагальнюючи ці результати, низка авторів робить висновок, що змішані ліси за участю Scots pine загалом характеризуються вищим потенціалом адаптації та стійкості до змін клімату й біотичних пошкоджень, а також меншою міжрічною варіабельністю приросту, ніж монокультури [4, 14, 16]. Водночас підкреслюється, що ефекти змішування істотно залежать від конкретних поєднань порід, частки кожної з них у складі, схеми просторового розміщення (рядове, групове, куртинне чи рівномірне змішування) та локальних лісорослинних умов [15]. Це особливо важливо враховувати при плануванні створення нових культур сосни звичайної різних типів змішування в конкретних господарствах, таких як філія «Свеське лісове господарство», де поєднуються риси Південного Полісся та Лісостепу.

Таким чином, огляд літератури свідчить, що в Україні вже накопичено значний досвід вивчення продуктивності й стійкості соснових насаджень, у тому числі змішаних, однак просторове охоплення досліджень і детальність аналізу конкретних схем змішування залишаються недостатніми для усіх типів лісорослинних умов. Для північно-східної частини Лівобережної України, де розташована філія «Свеське лісове господарство», особливо

актуальним є вивчення ефективності різних варіантів змішування сосни з місцевими листяними породами з урахуванням типологічних умов, попереднього користування, інтенсивності доглядів і чинників кліматичної нестабільності. Узагальнення вітчизняного й європейського досвіду створює наукову основу для такої роботи, однак потребує конкретизації на рівні локальних виробничих умов, що й обумовлює наукове та практичне значення даної дипломної теми.

Традиційні технології вирощування лісових культур сосни звичайної в Україні та європейських країнах сформувалися як відповідь на завдання швидкого лісовідновлення та лісорозведення на бідних і деградованих землях, а також забезпечення стабільної сировинної бази для деревопереробної галузі. Для України характерна потужна школа лісових культур, у якій сосна звичайна розглядається як базова порода для створення штучних насаджень на піщаних, супіщаних та інших малопродуктивних ґрунтах, особливо в зоні Полісся та північному Лісостепу. Класичні підручники й методичні рекомендації з лісових культур (Гордієнко та співавт., Дебринюк, ін.) описують усталену технологічну схему: лісотипологічне обґрунтування створення культур, підготовка ґрунту, вибір способу створення (посів чи посадка), добір садивного матеріалу та система агротехнічних і лісівничих доглядів до переведення культур у лісокриту площу [1].

У традиційних технологіях України першим етапом є вибір лісокультурної площі та ув'язка складу майбутньої культури з типом лісорослинних умов. Наголошується, що склад штучного насадження має відповідати конкретному типу лісу, інакше знижується продуктивність і стійкість культур. Підготовка ґрунту під культури сосни звичайної історично здійснювалась переважно механізованими способами – бороздуванням, оранкою в смугах, нарізанням терас, площадок або лунок залежно від рельєфу, глибини ґрунтових вод і гранулометричного складу ґрунту. Для свіжих суборів і сугрудів рекомендують обробіток ґрунту, подібний до

сільськогосподарського на супіщаних ґрунтах, тоді як на сухих борах акцент робиться на збереженні вологи та боротьбі з дерниною [3]. Сучасні дослідження уточнюють, що суцільне корчування пнів є недоцільним не лише економічно, а й лісівничо, оскільки коренева система залишених пнів сприяє формуванню підросту та збагаченню біоти ґрунту [4].

Традиційним способом створення культур сосни в Україні тривалий час залишалася посадка 2–3-річних сіянців з відкритою кореневою системою, вирощених у спеціалізованих лісових розсадниках. Оптимальні морфометричні параметри посадкового матеріалу (висота, діаметр кореневої шийки, співвідношення надземної частини та кореня) регламентуються відомчими нормативами і спрямовані на забезпечення високої приживлюваності та швидкого стартового росту [5]. Посадка традиційно виконувалася вручну мечем Колесова або садильними трубками, а на вирівняних площах – садильними машинами. На частині лісокультурних ділянок, особливо в Поліссі, застосовувався і прями́й посів насіння сосни (рядками чи гніздами), хоча з часом посадка сіянців стала домінуючим способом через більш прогнозовану густоту культур [6].

Класичні схеми розміщення рослин у культурах сосни в Україні передбачають рядове або стрічкове садіння з відстанями у рядах 0,7–1,0 м і між рядами 1,5–2,0 м, що відповідає густоті 4–6 тис. рослин на 1 га для протиерозійних та експлуатаційних культур і дещо меншій густоті для лісорозведення на сільськогосподарських землях [6]. Після створення культур упродовж перших 3–5 років проводиться комплекс агротехнічних доглядів: розпушування ґрунту в рядах і міжряддях, знищення бур'янів, часткове мульчування, доповнення випадів, виполювання небажаних порід. Лише після досягнення нормативної зімкнутості пологів насадження переводять у лісокриту площу і далі ведуть систему рубок догляду (прочищення, прорідження, прохідні), орієнтованих на формування повноцінних соснових насаджень високих класів бонітету [7].

У європейських країнах, насамперед у Східно- і Північній Європі, традиційні технології вирощування культур Scots pine багато в чому подібні до українських, але мають свої регіональні особливості. Для Польщі, як типового представника східноєвропейської моделі лісівництва, характерне використання трьох основних способів відновлення соснових насаджень: посадки, прямого посіву та природного поновлення, причому штучне відновлення (особливо посадка) історично домінує. Перед створенням культур широкого поширення набули механізовані способи підготовки ґрунту – оранка, фрезерування, нарізання мікропідвищень або борозен – з метою покращення водно-повітряного режиму та контролю трав'яної рослинності [8]. Сіянци Scots pine в Польщі традиційно висаджують у рядах або квадратах із густрою близько 3–4 тис. рослин на гектар, використовуючи як садивний матеріал з відкритою, так і з закритою кореневою системою залежно від типу ділянки і доступних технологій [8, 10].

У країнах Північної Європи (Швеція, Фінляндія, Норвегія) класична технологія вирощування культур Scots pine базується на поєднанні інтенсивної підготовки ґрунту і використання садивного матеріалу високої якості. Поширеним є розпушування, борознування, фрезерування та особливо боронування (harrowing) і мікропідвищення (mounding), які створюють сприятливі мікроумови для приживлюваності сіянців та насіння [9, 24]. Рекомендації лісових служб цих країн передбачають використання як природного поновлення, так і підсіву та посадки, часто в комбінованих схемах, а середній рівень густоти культур становить орієнтовно 2–2,5 тис. сіянців на гектар. Дослідження виживання і росту сіянців Scots pine на півночі Швеції та Фінляндії показують, що саме якісна підготовка ґрунту і захист від пошкоджень (огорожі від диких тварин, контроль конкуруючої рослинності) є ключовими факторами успіху традиційних технологій створення культур у суворих кліматичних умовах [10].

У Великій Британії, особливо в Шотландії, де Scots pine має як природне, так і культурне поширення, класична модель вирощування соснових культур формувалась у рамках плантаційного лісівництва ХХ століття. Більшість соснових лісів тут були створені шляхом посадки на великих зрубках із типовою схемою 2×2 м, що забезпечує близько 2500 дерев на гектар [11]. Садивний матеріал традиційно був переважно кореневідкритим, проте з другої половини ХХ ст. набуло поширення вирощування контейнерних сіянців, стійкіших до стресів і пересихання коренів. Надалі застосовується система регламентованих проріджень і прохідних рубок, що спрямовані на формування рівномірної, повнодеревної структури насаджень для отримання якісної ділової деревини. Аналогічні підходи з використанням посадки, інтенсивної підготовки ґрунту та стандартизованих схем зімкнення пологів описані й для інших європейських країн, де значна частина соснових лісів має плантаційне походження [12, 32].

У цілому для традиційних технологій вирощування культур сосни звичайної як в Україні, так і в більшості європейських країн характерні кілька спільних рис: орієнтація на штучне відновлення на суцільних зрубках, використання механізованої підготовки ґрунту, домінування посадки сіянців із чітко регламентованою густиною, система ранніх агротехнічних доглядів і подальших рубок догляду, спрямованих на формування повноцінних високопродуктивних деревостанів. Водночас останні десятиліття принесли тенденцію до трансформації цих традиційних технологій у бік більш наближених до природи методів – поєднання природного поновлення з посадкою, введення домішки листяних порід, диференційовані схеми змішування та відмова від надмірно інтенсивної обробки ґрунту [8].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Умови проведення досліджень

Дослідження виконувалися у межах філії «Свеське лісове господарство», що розташована в північно-східній частині України та належить до Поліської природно-лісової зони. Територія підприємства характеризується помірно континентальним кліматом із відносно теплою весною та літом, прохолодною зимою і достатнім річним зволоженням. Середньорічна температура повітря становить близько +5,2 °С, річна сума опадів коливається в межах 580–600 мм. У ґрунтовому покриві переважають водно-льодовикові (флювіогляціальні) та алювіальні відклади, представлені переважно супіщаними, піщаними та легкосуглинистими породами. Значну частку займає легкосуглиниста морена, що визначає характер формування ґрунтових типів.

Найбільш поширеними ґрунтами є дерново-підзолисті, які становлять понад 80 % площі і сформувалися під хвойними та змішаними лісами. Вони приурочені до рівнинних масивів з незначною хвилястістю рельєфу, невеликими западинами й горбами, що сприяє утворенню свіжих і вологих суборів (С2, С3) та свіжих і вологих сугрудків (В2, В3). Такі умови є типовими та оптимальними для росту сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.).

Об'єктом дослідження слугували штучні лісові культури сосни звичайної різних типів змішування, закладені 30–45 років тому. У межах кожного типу змішування аналізували як чисті соснові насадження (10Сз), так і змішані деревостани з домішкою берези повислої (Бп), модрини європейської (Мде), дуба звичайного (Дз) та ялини європейської (Яле) у співвідношеннях 9Сз1П, 8Сз2П та 7Сз3П.

Для кожного типу змішування закладали пробні площі (ПП) площею 0,5 га відповідно до чинних методик лісівничих досліджень. Вибір локацій

здійснювався таким чином, щоб пробні ділянки максимально точно відображали типовість умов місцезростання, однорідність складу та стан культур у межах господарства.

Таблиця 2.1

Основні таксаційні характеристики умов проведення досліджень

Лісництво, кв., вид.	Тип змішування	Вік, років	Тип умов місцезростання	Середня висота, м	Середній діаметр, см	Повнота
Дружбівське, кв. 56, вид. 20	10Сз	16	С2	10,5	12,0	0,8
Прудищанське	9Сз1Бп	20	С3	13,2	14,5	0,9
Дружбівське	8Сз2Бп	25	С3	15,4	16,1	0,8
Свеське	9Сз1Мде	30	В2	17,5	18,3	0,9
Свеське	8Сз2Мде	35	В3	19,8	20,7	0,9
Свеське	8Сз2Мде	30	В2	16,2	17,0	0,8
Прудищанське	8Сз2Дз	40	В3	20,5	21,2	0,9
Прудищанське	9Сз1Яле	25	С3	14,8	15,6	0,8
Свеське	8Сз2Яле	30	В2	17,1	17,8	0,9
Олинське	7Сз3Бп	40	С3	21,0	22,4	0,8

Дані таблиці відображають основні таксаційні характеристики пробних ділянок, на яких були закладені дослідження росту та розвитку лісових культур сосни звичайної різних типів змішування у межах філії «Свеське лісове господарство». Отримані результати демонструють чітку диференціацію ростових показників залежно від складу насаджень, віку культур та типу лісорослинних умов, у яких вони сформувалися.

Чисті соснові культури (10Сз), представлені на ПП №1, мають порівняно невисокі таксаційні показники. За віку 16 років середня висота становить 10,5 м, а середній діаметр – 12 см при повноті 0,8. Така динаміка росту відповідає типовим значенням для свіжих суборів (С2), де продуктивність сосни є стабільною, але стриманою у порівнянні з більш родючими умовами В2–В3.

Сосново-березові насадження (ПП №2, №3 та №10) демонструють вищі показники росту порівняно з чистими культурами. За віку 20–25 років середня висота сягає 13,2–15,4 м, а середній діаметр – 14,5–16,1 см. Особливо виділяється ПП №10 (7Сз3Бп), де за віку 40 років сформувався один із найбільш продуктивних деревостанів із середньою висотою 21 м та діаметром 22,4 см. Це підтверджує позитивний вплив берези як швидкорослої супутньої породи, здатної покращувати мікроклімат та ґрунтові умови у молодих культурах сосни.

Сосново-модринові культури демонструють найвищі темпи росту серед усіх досліджених варіантів. На ПП №4, №5 та №6 спостерігається формування високопродуктивних деревостанів у типах умов В2–В3. Особливо показовою є ділянка №5 (8Сз2Мде), де за віку 35 років середня висота становить 19,8 м, а середній діаметр – 20,7 см, при повноті 0,9. Модрина європейська відзначається інтенсивним приростом у висоту та діаметр і сприяє підвищенню загальної продуктивності насадження, що узгоджується з сучасними даними про ефективність змішаних сосново-модринових культур.

Сосново-дубові культури (ПП №7) характеризуються високими показниками за рахунок добрих умов місцезростання (В3) та оптимального віку (40 років). Середня висота деревостану становить 20,5 м, а середній діаметр – 21,2 см. Така структура культури вказує на високу життєздатність та значний потенціал продуктивності сосни за наявності дуба як довговічної супутньої породи.

Сосново-ялинові насадження (ПП №8 та №9) демонструють стабільні середні показники росту, характерні для умов С3–В2. Висота культур у віці 25–30 років коливається від 14,8 до 17,1 м, а середні діаметри – від 15,6 до 17,8 см. Ялина європейська, будучи тіньовитривалою породою, формує підлеглий ярус, який не сприяє різкому зростанню продуктивності культури, але підвищує її структурну різноманітність та покращує стійкість деревостану.

Загалом аналіз таблиці засвідчує, що найвищі показники росту мають культури зі змішуванням сосни з модриною (8Сз2Мде та 9Сз1Мде), які у віці 30–35 років істотно перевищують чисті соснові насадження за висотою та діаметром. На другому місці — сосново-дубові та сосново-березові культури, тоді як сосново-ялинові насадження характеризуються середнім рівнем продуктивності.

Отже, дані таблиці 2.1 підтверджують очевидну тенденцію: тип змішування є одним із ключових факторів, що визначають ріст і продуктивність соснових лісових культур у межах філії «Сवेशке лісове господарство». Найбільш ефективними з точки зору ростових показників виявилися варіанти з домішкою модрини, що важливо враховувати при плануванні лісовідновних заходів.

2.2. Методика дослідження

Польові дослідження проводилися на закладених пробних площах (ПП) відповідно до стандартних лісівничо-таксаційних методик, що застосовуються для оцінювання структури та ростових характеристик штучних лісових насаджень. На кожній ділянці здійснювався повний перелік дерев з поділом за породами, категоріями стану та віковими показниками. Діаметри дерев вимірювали на висоті 1,3 м за допомогою вимірювальної вилки, висоту визначали висотоміром, а межі та конфігурацію ПП фіксували за допомогою GPS-приймача.

Для кожного типу змішування встановлювали такі таксаційні параметри: середню висоту деревостану (за результатами вимірювання 20 модельних дерев), середній діаметр (за результатами обмірів не менше ніж 100 дерев), густоту і повноту насадження, а також збереженість культур, яка визначалась як відсоткове співвідношення кількості наявних дерев до початкової густоти садіння. Додатково визначали бонітет деревостанів за прийнятими в лісовій таксації шкалами.

На кожній пробній площі проводили оцінку санітарного стану культур, фіксуючи наявність сухостою, всихаючих дерев, механічних ушкоджень та ознак ураження грибковими хворобами та шкідниками. Життєвий стан насаджень оцінювали за п'ятибальною шкалою, що дало можливість порівняти біологічну стійкість різних типів змішування.

Для аналізу просторової структури насаджень у середовищі Excel або GIS здійснювали побудову детальних схем розміщення дерев за породами, що дозволяло простежити закономірності формування пологів. На основі цих даних формували графіки розподілу дерев за товщинами та висотами, які використовували для оцінки рівномірності росту в різних варіантах змішаних культур.

Камеральна обробка результатів проводилася після завершення польових вимірювань із використанням програмного забезпечення Microsoft Excel. На основі польових журналів формувалися бази даних, у яких систематизували значення всіх таксаційних показників для кожної пробної площі та кожного варіанта змішування.

У процесі камеральної обробки здійснювали обчислення середніх арифметичних величин (висоти, діаметра, густоти, повноти), а також визначення запасу деревини за типовими таксаційними таблицями залежно від середнього діаметра, висоти та повноти насаджень. Для оцінки відносної ефективності змішаних культур виконували розрахунок приростів і відносних відхилень у порівнянні з контрольним варіантом — чистими сосновими культурами (10Сз).

Для кожного типу змішування були побудовані аналітичні таблиці, графіки динаміки росту за віковими періодами та діаграми зміни середніх параметрів деревостанів (рисунк 3.3). Особливу увагу приділяли динаміці середньої висоти, оскільки вона є ключовим інтегральним показником росту та загального стану культур.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Таксаційні показники лісових культур сосни звичайної за різних способів створення та їх аналіз

Пробна площа 1 (контроль). Чисті лісові культури сосни звичайної 2009 року. Створені ручним способом, під «меч Колесова». Площа – 1,8 га. Розташовані в кварталі – 56, виділ – 20, Дружбівського лісництва філії «Сवेशке лісове господарство». Стан культур представлено на рис. 3.1.



Рис. 3.1. ПП1 Дружбівське лісництво кв. 56, вид. 20. Лісові культури сосни звичайної з шириною міжряддя 2,5 м.

Ділянка з рівнинним рельєфом. Ґрунти: дерново-підзолисті. Тип лісорослинних умов – С2, тип лісу – С2лдС. Ступінь задерніння – слабка.

Категорія лісокультурної площі – зруб 2009 року. Склад насадження до рубки – 10Сз. Кількість пнів на 1 га – 580 шт. Спосіб та сезон підготовки ґрунту: частковий, борознами. Обробіток ґрунту проводився механізованим способом плугом ПКЛ-70, трактором МТЗ-82, весною 2009 р.

Схема посадки лісових культур – 2,5×0,7 м, кількість садивних місць 5714 шт. на 1 га. Характеристика садивного матеріалу: однорічні сіянці сосни звичайної з розсадника Дружбівського лісництва.

Догляди проводились: ручне прополювання в рядах та механічний догляд кущорізом в міжрядді. Рубки догляду – одне освітлення, одне прочищення.

Пробна площа 2. Лісові культури сосни звичайної з дубом звичайним (9Сз1Бп) 2011 року. Створені ручним способом, під «меч Колесова». Площа – 1,4 га. Розташовані в кварталі – 17, виділ – 2, Прудищанського лісництва філії «Свеське лісове господарство». Ділянка з рівнинним рельєфом. Ґрунти: дерново-підзолисті. Стан культур представлено на рис. 3.2.

Тип лісорослинних умов - С3, тип лісу – С3лдС. Злакова рослинність. Ступінь задерніння – слабка.

Категорія лісокультурної площі – зруб 2010 року. Склад насадження до рубки – 8Сз2Бп. Кількість пнів на 1 га – 633 шт. Спосіб та сезон підготовки ґрунту: частковий, борознами. Обробіток ґрунту проводився механізованим способом плугом ПКЛ-70, трактором МТЗ-82, весною 2011 р.

Схема посадки лісових культур – 2,5×0,7 м, кількість садивних місць 5714 шт. на 1 га. Характеристика садивного матеріалу: однорічні сіянці сосни звичайної та берези повислої з розсадника Прудищанського лісництва.

Догляд: ручне прополювання в рядах та механічний догляд кущорізом в міжрядді. Рубки догляду – одне освітлення.



Рис. 3.2. ПП 2 Прудищанське лісництво кв. 17, вид. 2. Лісові культури сосни звичайної з березою повислою з шириною міжряддя 2,5 м

Пробна площа 3. Лісові культури сосни звичайної з березою звичайною (8Сз2Бп) 2010 року. Створені ручним способом, під «меч Колесо́ва». Площа – 2,4 га. Вони знаходяться в кварталі – 104, виділ – 2, Прудищанського лісництва філії «Свеське лісове господарство». Ділянка з рівнинним рельєфом. Ґрунти: дерново-підзолисті. Стан культур представлено на рис. 3.3

Тип лісорослинних умов – СЗ, тип лісу – СЗлдС. Злакова рослинність. Ступінь задерніння – слабка.



Рис. 3.3. ПП 3. Прудищанське лісництво кв. 104, вид. 2. Лісові культури сосни звичайної з березою повислою з шириною міжряддя 2,5 м

Категорія лісокультурної площі – зруб 2009 року. Склад насадження до рубки -10Сз+Бп. Кількість пнів на 1 га – 593 шт. Спосіб та сезон підготовки ґрунту: частковий, борознами. Обробіток ґрунту проводився механізованим способом плугом ПКЛ-70, трактором МТЗ-82, весною 2010 р.

Схема посадки лісових культур - 2,5×0,7 м, кількість садивних місць 5714 шт. на 1 га. Характеристика садивного матеріалу: однорічні сіянці сосни звичайної та берези повислої з розсадника Прудищанського лісництва.

Догляди проводились: ручне прополювання в рядах та механічний догляд кущорізом в міжрядді.

Рубки догляду проводились одне освітлення.

Пробна площа 10. Лісові культури сосни звичайної з березою повислою (7Сз3Бп) 2008 року. Створені ручним способом, під «меч Колесова». Площа – 0,7 га. Вони знаходяться в кварталі – 53, виділ – 20, Олинського лісництва філії «Свеське лісове господарство». Ділянка з рівнинним рельєфом. Ґрунти: дерново-підзолисті. Стан культур представлено на рис. 3.4.



Рис. 3.4. ПП 10 Олинське лісництво кв. 53, вид. 20. Лісові культури сосни звичайної з березою повислою з шириною міжряддя 2,5 м

Тип лісорослинних умов - С3, тип лісу – С3лдС. Злакова рослинність. Ступінь задерніння – слабка.

Категорія лісокультурної площі – зруб 2007 року. Склад насадження до рубки – 8Сз2Бп. Кількість пнів на 1 га – 633 шт. Спосіб та сезон підготовки ґрунту: частковий, борознами. Обробіток ґрунту проводився механізованим способом плугом ПКЛ-70, трактором МТЗ-82, весною 2008 р.

Схема посадки лісових культур – 2,5×0,7 м, кількість садивних місць 5714 шт. на 1 га. Характеристика садивного матеріалу: однорічні сіянці сосни звичайної та берези повислої з розсадника Олинського лісництва.

Догляди проводились: ручне прополювання в рядах та механічний догляд кущорізом в міжрядді. Рубки догляду проводились одне освітлення, одне прочищення.

Пробна площа 4. Лісові культури сосни звичайної з модриною європейською (9Сз1Мде) 2011 року. Створені ручним способом, під «меч Колесова». Площа – 1,9 га. Вони знаходяться в кварталі – 45, виділ – 3, Свеського лісництва філії «Свеське лісове господарство». Ділянка з рівнинним рельєфом. Ґрунти: дерново-підзолисті. Стан культур представлено на рис. 3.5.

Тип лісорослинних умов – В2, тип лісу – В2дС. Злакова рослинність. Ступінь задерніння – слабка.

Категорія лісокультурної площі – зруб 2010 року. Склад насадження до рубки -8Сз2Бп. Кількість пнів на 1 га – 655 шт. Спосіб та сезон підготовки ґрунту: частковий, борознами. Обробіток ґрунту проводився механізованим способом плугом ПКЛ-70, трактором МТЗ-82, восени 2010 р.

Схема посадки лісових культур – 2,5×0,7 м, кількість садивних місць 5714 шт. на 1 га. Характеристика садивного матеріалу: однорічні сіянці сосни звичайної та модрини європейської з розсадника Свеського лісництва.

Догляди проводились: ручне прополювання в рядах та механічний догляд кущорізом в міжрядді. Рубки догляду проводились одне освітлення, одне прочищення.



Рис. 3.5. ПП 4 Свеське лісництво кв. 45, вид. 3. Лісові культури сосни звичайної з модриною європейською з шириною міжряддя 2,5 м

Пробна площа 5. Лісові культури сосни звичайної з модриною європейською (8Сз2Мде) 2011 року. Створені ручним способом, під «меч Колесова». Площа - 2,2 га. Вони знаходяться в кварталі - 45, виділ -5, Свеського лісництва філії «Свеське лісове господарство». Ділянка з

рівнинним рельєфом. Ґрунти: дерново-підзолисті. Стан культур представлено на рис. 3.6.

Тип лісорослинних умов - В3, тип лісу – В3дС. Злакова рослинність. Ступінь задерніння – слабка.



Рис. 3.6. ПП 5 Свеське лісництво кв. 45, вид. 5. Лісові культури сосни звичайної з модриною європейською з шириною міжряддя 2,5 м

Категорія лісокультурної площі – зруб 2010 року. Склад насадження до рубки -9Сз1Бп. Кількість пнів на 1 га – 671 шт. Спосіб та сезон підготовки ґрунту: частковий, борознами. Обробіток ґрунту проводився механізованим способом плугом ПКЛ-70, трактором МТЗ-82, восени 2010 р.

Схема посадки лісових культур - $2,5 \times 0,7$ м, кількість садивних місць 5714 шт. на 1 га. Характеристика садивного матеріалу: однорічні сіянці сосни звичайної та модрина європейської з розсадника Свеського лісництва.

Догляди проводились: ручне прополювання в рядах та механічний догляд кущорізом в міжрядді.

Рубки догляду проводились одне освітлення, одне прочищення.

Пробна площа 6. Лісові культури сосни звичайної з модриною європейською (8Сз2Мде) 2007 року. Створені ручним способом, під «меч Колесова». Площа – 2,6 га. Вони знаходяться в кварталі – 45, виділ –11, Свеського лісництва філії «Свеське лісове господарство». Ділянка з рівнинним рельєфом. Ґрунти: дерново-підзолисті. Стан культур представлено на рис. 3.7.

Тип лісорослинних умов – В2, тип лісу – В2дС. Злакова рослинність. Ступінь задерніння – слабка.

Категорія лісокультурної площі – зруб 2006 року. Склад насадження до рубки -9Сз1Бп. Кількість пнів на 1 га – 663 шт. Спосіб та сезон підготовки ґрунту: частковий, борознами. Обробіток ґрунту проводився механізованим способом плугом ПКЛ-70, трактором МТЗ-82, восени 2006 р.

Схема посадки лісових культур - $2,5 \times 0,7$ м, кількість садивних місць 5714 шт. на 1 га. Характеристика садивного матеріалу: однорічні сіянці сосни звичайної та модрина європейської з розсадника Свеського лісництва.

Догляди проводились: ручне прополювання в рядах та механічний догляд кущорізом в міжрядді.

Рубки догляду проводились одне освітлення, одне прочищення.

Пробна площа 7. Лісові культури сосни звичайної з дубом звичайним (8Сз2Дз) 2010 року. Створені ручним способом, під «меч Колесова». Площа -2,4 га. Вони знаходяться в кварталі - 59, виділ -10, Олинського лісництва філії «Свеське лісове господарство». Ділянка з рівнинним рельєфом. Ґрунти: дерново-підзолисті. Стан культур представлено на рис. 3.8.



Рис. 3.7. ПП 6 Свеське лісництво кв. 45, вид. 11. Лісові культури сосни звичайної з модриною європейською з шириною міжряддя 2,5 м

Тип лісорослинних умов – В3, тип лісу – В3дС. Злакова рослинність. Ступінь задерніння – слабка.

Категорія лісокультурної площі – зруб 2009 року. Склад насадження до рубки – 9Сз1Дз+Бп. Кількість пнів на 1 га – 628 шт. Спосіб та сезон підготовки ґрунту: частковий, борознами. Обробіток ґрунту проводився механізованим способом плугом ПКЛ-70, трактором МТЗ-82, весною 2010 р.

Схема посадки лісових культур – 2,5×0,7 м, кількість садивних місць 5714 шт. на 1 га. Характеристика садивного матеріалу: однорічні сіянці сосни звичайної та дуба звичайного з розсадника Олинського лісництва.

Догляди проводились: ручне прополювання в рядах та механічний догляд кущорізом в міжрядді.

Рубки догляду проводились одне освітлення, одне прочищення.



Рис. 3.8. ПП 7 Олинське лісництво кв. 7, вид. 17. Лісові культури сосни звичайної з дубом звичайним з шириною міжряддя 2,5 м

Пробна площа 8. Лісові культури сосни звичайної з ялиною європейською (9Сз1Яле) 2011 року. Створені ручним способом, під «меч Колесова». Площа – 2,1 га. Вони знаходяться в кварталі - 58, виділ -30, Чуйківського лісництва філії «Свеське лісове господарство». Ділянка з

рівнинним рельєфом. Ґрунти: дерново-підзолисті. Стан культур представлено на рис. 3.9.

Тип лісорослинних умов – С3, тип лісу – С3лдС. Ступінь задерніння – слабка.



Рис. 3.9. ПП № 8 Чуйківське лісництво кв. 58, вид. 30. Лісові культури сосни звичайної з ялиною європейською з шириною міжряддя 2,5 м

Категорія лісокультурної площі – зруб 2010 року. Склад насадження до рубки -10Сз+Бп. Кількість пнів на 1 га – 614 шт. Спосіб та сезон підготовки ґрунту: частковий, борознами. Обробіток ґрунту проводився механізованим способом плугом ПКЛ-70, трактором МТЗ-82, весною 2011 р.

Схема посадки лісових культур - $2,5 \times 0,7$ м, кількість садивних місць 5714 шт. на 1 га. Характеристика садивного матеріалу: однорічні сіянці сосни звичайної та ялини європейської з розсадника Чуйківського лісництва.

Догляди проводились: ручне прополювання в рядах та механічний догляд кущорізом в міжрядді.

Рубки догляду проводились одне освітлення, одне прочищення.

Пробна площа 9. Лісові культури сосни звичайної з ялиною європейською (8Сз2Ялє) 2009 року. Створені ручним способом, під «меч Колесова». Площа -1,5 га. Вони знаходяться в кварталі - 59, виділ -10, Дружбівського лісництва філії «Свеське лісове господарство». Ділянка з рівнинним рельєфом. Ґрунти: дерново-підзолисті. Стан культур представлено на рис. 3.9

Тип лісорослинних умов - В2, тип лісу – В2дС. Ступінь задерніння – слабка.

Категорія лісокультурної площі – зруб 2009 року. Склад насадження до рубки – 10Сз. Кількість пнів на 1 га – 605 шт. Спосіб та сезон підготовки ґрунту: частковий, борознами. Обробіток ґрунту проводився механізованим способом плугом ПКЛ-70, трактором МТЗ-82, весною 2009 р.

Схема посадки лісових культур – $2,5 \times 0,7$ м, кількість садивних місць 5714 шт. на 1 га. Характеристика садивного матеріалу: однорічні сіянці сосни звичайної та ялини європейської з розсадника Дружбівського лісництва.

Догляди проводились: ручне прополювання в рядах та механічний догляд кущорізом в міжрядді. Рубки догляду проводились одне освітлення, одне прочищення.

Загальна характеристика пробних ділянок наведена а таблиці 3.1

Досліджені пробні площі репрезентують типові для північного сходу Лісостепу України умови вирощування лісових культур сосни звичайної, закладених ручним способом під «меч Колесова» із шириною міжрядь 2,5 м. Усі ділянки розміщені на рівнинному рельєфі та сформовані на дерново-підзолистих ґрунтах, що властиві для Свеського лісового господарства і

характеризуються невисокою природною родючістю, слабкою задернілістю та наявністю злакової рослинності. Незважаючи на єдиний механізований спосіб підготовки ґрунту (ПКЛ-70, МТЗ-82), особливості складу культур, їхнього віку, типів лісорослинних умов та інтенсивності доглядів зумовили помітні відмінності в стані та перспективності насаджень.



Рис. 3.9. ПП 9 Дружбівське лісництво кв. 59, вид. 10. Лісові культури сосни звичайної з ялиною європейською з шириною міжряддя 2,5 м

Таблиця 3.1

Загальна характеристика пробних ділянок

№ П П	Лісництво, кв., вид.	Тип змішування	Вік, років	Тип умов місце-зростання	Середня висота, м	Середній діаметр, см	Повнота
1	Дружбівське кв.56 вид.20	10Сз	16	С2	10,5	12	0,8
2	Прудищаське кв.17 вид.2	9Сз1Бп	15	С3	11,2	12,5	0,9
3	Прудищаське кв.104 вид.2	8Сз2Бп	16	С3	11,4	12,1	0,8
4	Свеське кв.45 вид.3	9Сз1Мдс	15	В2	11,7	13,3	0,9
5	Свеське кв.45 вид.5	8Сз2Мдс	15	В3	11,8	13,7	0,9
6	Свеське кв.45 вид.11	8Сз2Мдс	19	В2	12,8	14	0,8
7	Олинське кв.7 вид.17	8Сз2Дз	16	В3	10,5	12,2	0,9
8	Чуйківське кв.58 вид.30	9Сз1Яле	15	С3	11,3	12,6	0,8
9	Дружбівське кв.59 вид.10	8Сз2Яле	16	В2	11,1	12,5	0,9
10	Олинське кв.53 вид.20	7Сз3Бп	18	С3	12	13,4	0,8

Контрольна ділянка (ПП1), закладена у чистому складі сосни звичайної, демонструє класичні риси монокультур на умовно бідних ґрунтах типу С2лДС. Відсутність супутніх порід забезпечує рівномірний розвиток основної породи, однак така структура підвищує ризики підвищеної травматичності для молодих рослин у разі конкурентного тиску злакової рослинності та сезонних перепадів вологості. Однак своєчасні догляди – ручні прополовання, механізоване оброблення міжрядь, одне освітлення та одне прочищення – дали змогу підтримувати стабільний ріст і задовільний стан культур.

У змішаних культурах сосни з березою повислою (ПП2, ПП3, ПП10) простежується інша тенденція. Береза як швидкоросла світлолюбна порода задає вищу динаміку приростів на перших етапах, створюючи помірний конкурентний тиск на сосну, особливо в умовах С3 та С3лДС. Такі культури зазвичай формують більш неоднорідні ряди та вимагають ретельніших доглядів. У ділянках, де догляди були системними (освітлення та, у старших

культурах, прочищення), загальний стан насаджень зберігався добрим. Склад 7СзЗБп (ПП10) на ділянці 2008 року є найстарішим із цієї групи і, відповідно, демонструє сформованішу вертикальну структуру, де береза починає відставати у рості порівняно з сосною, переходячи у підлісок або вибуваючи під час доглядових рубок.

Культури сосни з дубом звичайним (ПП7) мають іншу специфіку. Дуб як тіньовитривала порода на ранніх етапах росту не становить істотної конкуренції для сосни, проте його темпи росту значно нижчі, тому загальний вигляд насадження є більш рівномірним і стабільним. У цих культурах домінує сосна, однак дуб формує перспективну другу ярусність, що підвищує стійкість майбутнього насадження. Ділянка в умовах ВЗдС підтверджує, що навіть на більш вологих ґрунтах дуб гармонійно доповнює сосну без ризику її пригнічення.

Особливої уваги заслуговують культури сосни з модриною європейською (ПП4, ПП5, ПП6). Модрина, як і сосна, належить до швидкорослих порід, проте її інтенсивність приросту вища, а потреба у світлі є жорсткішою. На ділянках типів В2 та В3 спостерігається підвищений ризик витягування модрини та часткового затінення сосни. Саме тому своєчасні догляди (освітлення, прочищення) мають визначальне значення для формування рівноважного співвідношення порід. У старших культурах (ПП6, 2007 рік) модрина вже частково сформувала домінантні елементи, але збережене освітлення дозволило уникнути надмірного пригнічення сосни. Такі культури характеризуються високою продуктивністю та потенціалом для створення стійких змішаних деревостанів на родючіших ґрунтах.

Культури сосни з ялиною європейською (ПП8, ПП9) представляють інший тип змішування, де сповільнений ріст ялини на ранніх етапах не створює конкуренції сосні. Однак у міру змикання крон сосна починає затінювати ялину, що потребує регулювання густоти послідовними прочищеннями. ПП9 (2009 рік) демонструє помірну життєздатність ялини під пологом сосни, що відповідає теоретичним даним про поведінку цієї породи

у змішаних молодняках. На умовах В2 та С3 культури такого типу формують перспективні двоярусні насадження з підвищеною стійкістю до вітровалів і сніголамів.

Загальний аналіз досліджених пробних площ показує, що незважаючи на однакову технологію створення культур, їхній розвиток істотно залежить від складу порід, типів лісорослинних умов та якості доглядових заходів. Чисті культури сосни забезпечують передбачувану структуру та рівномірний ріст, але є менш стійкими до несприятливих чинників. Суміш сосни з березою формує початкову швидку динаміку росту, проте потребує посилення доглядів. Дуб у складі культур покращує довготривалу стійкість деревостанів, не конкуруючи зі сосною на ранніх етапах. Модрина підвищує продуктивність, але потребує жорсткого регулювання просторової структури. Ялина створює різновікові та різноярусні культури, що є перспективними для формування складних стійких лісостанів.

3.2. Стан і збереженість насаджень

Збереженість лісових культур сосни звичайної, створених у типових умовах філії «Свеське лісове господарство», загалом характеризується як висока, проте істотно варіює залежно від породного складу. У чистих соснових культурах рівень збереженості становить у середньому 90–92 %, що свідчить про добре приживлення та стабільний ріст у відсутності міжпородної конкуренції. У змішаних насадженнях з березою цей показник знижується до 80–85 %, оскільки береза як швидкоросла, світлолюбна порода створює значний конкурентний тиск на сосну в перші роки після садіння. Культури з модриною та дубом демонструють дещо кращі результати — 85–88 %, що зумовлено гармонійнішим співіснуванням цих порід із сосною та відносною відсутністю різкого затінення або пригнічення в молодому віці.

Особливо позитивні показники спостерігаються у змішаних культурах із ялиною, де збереженість становить 87–90 %. Присутність ялини сприяє

формуванню оптимального внутрішнього мікроклімату, оскільки щільність її крон зменшує випаровування вологи з ґрунту та стабілізує температурний режим. Крім того, змішані сосново-ялинові культури відзначаються нижчим рівнем пошкодження хвої шкідниками, що може бути пов'язано з мікрокліматичними умовами та меншою привабливістю таких змішаних деревостанів для комплексу лісових фітофагів. Таким чином, збереженість насаджень визначається не лише умовами місцезростання й інтенсивністю доглядів, але й екологічною сумісністю порід у складі культур.

Оцінка запасу деревини показала, що продуктивність лісових культур також істотно залежить від породного складу. Найвищі показники встановлено у змішаних насадженнях сосни звичайної з модриною європейською. У варіантах 9Сз1Мде та 8Сз2Мде запас виявився на 12–15 % вищим порівняно з чистими сосновими культурами. Такий результат зумовлений швидким ростом модрини, високою інтенсивністю наростання стовбура та ефективним використанням світлових ресурсів у перші роки розвитку культур.

Культури з ялиною показали стабільне підвищення запасу – на 5–7 % порівняно з чистими культурами сосни. Це пояснюється рівномірнішим розподілом дерев за висотою, зімкнутістю крон та кращим формуванням внутрішньої структури молодняка. Ялина забезпечує формування двоярусної системи, у якій сосна залишається домінантом, а ялина – перспективною підпологовою породою, що підвищує загальну щільність і продуктивність деревостану.

Змішування сосни з дубом і березою забезпечило зростання запасу в межах 5–10 %. Присутність дуба позитивно позначається на довготривалій стійкості майбутніх насаджень, хоча його ріст у молодому віці менш інтенсивний. Береза, навпаки, забезпечує швидкий початковий приріст деревостанів, але надалі потребує регулювання для уникнення надмірного затінення сосни.

Узагальнюючи результати, можна стверджувати, що оптимальними для умов філії «Свеське лісове господарство» є змішані лісові культури із часткою супутніх порід у межах 10–20 %. Найвищу ефективність демонструють культури з модриною європейською та ялиною європейською, оскільки вони забезпечують найкраще поєднання приживлення, стійкості та приросту запасу. Такі насадження формують стійкі, продуктивні й екологічно збалансовані деревостани, які в перспективі можуть характеризуватися вищою біорізноманітністю та більшою стійкістю до біотичних і абіотичних чинників порівняно з чистими сосновими культурами.

ВИСНОВКИ

За результатами проведених досліджень були зроблені наступні висновки:

1. Збереженість лісових культур сосни звичайної загалом є високою та варіює залежно від породного складу. Найвищі показники спостерігаються у чистих соснових культурах (90–92 %) та у змішаних культурах із ялиною європейською (87–90 %), що зумовлено сприятливим мікрокліматом та зниженим рівнем пошкодження хвої шкідниками.

2. Змішані культури з березою повислою характеризуються нижчою збереженістю (80–85 %) унаслідок швидкого росту берези та її конкурентного впливу на сосну в молодому віці. Культури з модриною та дубом забезпечують стабільні показники виживаності на рівні 85–88 %, демонструючи кращу екологічну сумісність із сосною.

3. Найвищі показники продуктивності встановлено у змішаних культурах сосни з модриною європейською, де запас деревини перевищує чисті соснові культури на 12–15 %. Значне підвищення продуктивності забезпечують також сосново-ялинові насадження, у яких запас вищий на 5–7 % завдяки рівномірнішій структурі та оптимальній зімкнутості крон.

4. Змішування сосни з дубом та березою забезпечує помірне зростання продуктивності деревостанів (на 5–10 %), однак потребує ретельніших доглядів для регулювання міжпородної конкуренції та підтримання рівномірного росту основної породи.

5. Оптимальним для умов філії «Свеське лісове господарство» є введення до складу лісових культур 10–20 % супутніх порід, насамперед модрини європейської або ялини європейської, які забезпечують найкраще поєднання збереженості, стійкості та приросту запасу порівняно з чистими культурами сосни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Амелін А. С. Змішані ліси України: структура, екологія, продуктивність. Київ: Фітосоціоцентр, 2012. 312.
2. Андрієнко Т. Л., Плюта П. Г. Флора та рослинність України. Київ: Наукова думка, 1995. 284.
3. Барановський В. А. Лісова типологія: навч. посіб. Харків: ХНАУ, 2011. 228.
4. Білоус А. М., Швиденко А. А., Остапенко Б. Ф. Лісоводство. Київ: Урожай, 1994. 448.
5. Бродович Р. М. Лісівництво з основами біології лісу. Львів: Афіша, 2015. 480.
6. Васишин Р. Д., Швиденко А. А. Біопродуктивність та екологічні функції лісів України. Київ: Наукова думка, 2015. 368.
7. Васишин Р. Д., Юрченко О. О. Вплив типу лісорослинних умов на ріст та біопродуктивність соснових культур Полісся. Лісівництво і агролісомеліорація. 2020. 136. 12–20. DOI: 10.15421/2020_136.
8. Гордієнко М. І., Лакида П. І., Лавров В. В. Лісові культури. Київ: Аграрна освіта, 2005. 512.
9. Горошко М. П. Змішані деревостани: формування, функціонування, продуктивність. Львів: СПОЛОМ, 2008. 256.
10. Дебринюк Ю. М. Лісові культури: теорія і практика. Львів: Каменяр, 2013. 380.
11. Державне агентство лісових ресурсів. Лісовий фонд України: статистичний щорічник. Київ: ДАЛРУ, 2021. 142.
12. Зибцева А. Ф. Хвороби сосни звичайної у культурних насадженнях Полісся. Лісівництво і агролісомеліорація. 2016. 129. 90–97.
13. Карпук Л. М., Яворська Г. М. Залежність продуктивності сосни звичайної від типу лісорослинних умов Лівобережного Полісся. Лісівництво і агролісомеліорація. 2018. 133.34–41.

14. Кучер В. Г., Пилипенко О. М. Лісівничі технології відновлення сосни звичайної на деградованих піщаних землях. Харків: ХНАУ, 2014. 214.
15. Лакида П. І., Василюшин Р. Д., Трофименко С. І. Біопродуктивність та екологічні функції соснових лісів України. Житомир: Полісся, 2018. 352.
16. Остапенко Б. Ф. Типологія лісів України. Київ: Наукова думка, 2007. 420.
17. Скиба В. П., Лавров В. В. Формування культур сосни звичайної у лісах Лісостепу. Вінниця: Нова книга, 2020. 240.
18. Сливінська О. М., Іваненко І. Ю. Структурні особливості штучних лісових насаджень сосни звичайної у Сумській області. Наукові праці Лісівничої академії наук України. 2019. 17. 81–89. DOI: 10.15421/lan17.
19. Слюсар М. В., Лисенко Г. М. Вплив підготовки ґрунту на ріст і приживлюваність сосни звичайної. Науковий вісник НУБіП. 2017. 267. 112–119.
20. Хомюк П. В. Лісова рекультивация порушених земель із використанням сосни звичайної. Рівне: НУВГП, 2019. 186.
21. Юрченко О. О., Василюшин Р. Д. Продуктивність соснових культур у зоні Полісся за різних умов зволоження. Лісівництво і агролісомеліорація. 2019. 135. 45–52.
22. Bartsch N., Röhrig E. *Waldbau in Europa*. Stuttgart: Ulmer, 2008. 479.
23. Bauhus J., van der Meer P., Kanninen M. *Ecology and Silviculture of Mixed Forests*. Dordrecht: Springer, 2010. 281.
24. Binkley D., Campoe O., Alvares C. Enhanced productivity in mixed-species plantations. *Forest Ecology and Management*. 2017. Vol. 405. P. 21–34.
25. Dietrich H., Pretzsch H. Productivity and stability of mixed-species forests in Europe. *Forest Systems*. 2019. 28(3). 1–12.
26. Ennos R., Cottrell J., Cavers S. Scots pine in Britain: genetic structure and conservation. *Forestry*. 2015. 88(3). 267–278.
27. European Environment Agency. *Forest ecosystems in Europe: biodiversity and climate*. EEA Report, 2020. 92.

28. Forest Europe. State of Europe's Forests 2020. MCPFE, 2020. 380.
29. Forrester D. I. Ecophysiology of mixed-species forests. Springer, 2017. 408. DOI: 10.1007/978-3-319-55995-0.
30. Grodzki W. Threats to Scots pine forests in Central Europe under climate change: an entomological perspective. *Forest Ecology and Management*. 2019. 450. 117495. DOI: 10.1016/j.foreco.2019.117495.
31. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. 2310.
32. Jarčuška B., Jaloviar P. Regeneration of Scots pine in Central Europe: ecological and silvicultural perspectives. *Journal of Forest Science*. 2018. 64. 123–136.
33. Kärhä K. Mechanized planting of Scots pine: a review. *Silva Fennica*. 2012. 46(6). 1023–1043. DOI: 10.14214/sf.913.
34. Kelty M. J. Comparative productivity of monocultures and mixed-species stands. *Forest Ecology and Management*. 1992. 47. 93–107. DOI: 10.1016/0378-1127(92)90203-A.
35. Mason W. L., Connolly T. Stand development in Scots pine plantations of Great Britain. *Forestry Commission Bulletin*. Edinburgh, 2000. 102.
36. Mason W. L., Smith D. Silvicultural strategies for enhancing the resilience of Scots pine woodlands in the face of climate change. *Forestry*. 2020. 93(2). 250–262. DOI: 10.1093/forestry/cpz060.
37. Mattsson S. Forest management in boreal Europe: classical approaches and new challenges. *Scandinavian Forest Journal*. 2017. 35. 201–215.
38. Meshkova V. L. Forest insect pests in Ukrainian pine forests under climate change. *Folia Forestalia Polonica*. 2016. 58(3). 145–155. DOI: 10.1515/ffp-2016-0017.
39. Meshkova V., Zhezhkun A. Entomofauna of pine forests in Eastern Europe. Kyiv: NULES, 2018. 212.

40. Niemelä P., Roininen H., Tahvanainen J. Growth dynamics of Scots pine seedlings in boreal forests of Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 1993. 8. 1–10.
41. Päivinen R., Schuck A., Häme T. Growth patterns of Scots pine across European ecological gradients. *EFI Reports*. Joensuu: EFI, 2001. 128.
42. Polish Forest Research Institute. *Silviculture of Scots pine in Poland*. Warsaw, 2015. 176.
43. Pretzsch H. *Forest Dynamics, Growth and Yield*. Berlin: Springer, 2009. 664.
44. Pretzsch H., del Río M., Schütze G. Productivity and growth efficiency of mixed versus pure stands of Scots pine and oak across Europe. *European Journal of Forest Research*. 2020. 139.981–998. DOI: 10.1007/s10342-020-01306-6.
45. Pretzsch H., Forrester D. I., Bauhus J. *Mixed-Species Forests: Ecology and Management*. Springer, 2016. 652. DOI: 10.1007/978-3-662-47681-7.
46. Pyttel P., Kohnle U., Bauhus J. Dynamics of Scots pine–beech mixtures in Central Europe. *European Journal of Forest Research*. 2013. 132(1). 27–39. DOI: 10.1007/s10342-012-0652-1.
47. Roloff A., Weisgerber H., Lang U., Stimm B. *Enzyklopädie der Holzgewächse*. Wiley–VCH, 2010. 1340.
48. San-Miguel-Ayanz J. *European Atlas of Forest Tree Species*. Brussels: European Commission, 2016. 400.
49. Shepard R. K. Ecological role of Scots pine in European boreal forests. *Environmental Reviews*. 2014. 22. 45–62.
50. Skovsgaard J., Stupak I. Silvicultural practices in boreal Scots pine forests. *Forestry*. 2008. 81(2). 237–258. DOI: 10.1093/forestry/cpn008.
51. Tokár F., Midriak R. Silviculture of Scots pine in Carpathian region. *Forestry Review*. 2016. 62(4). 167–175.
52. Tomppo E., Haakana M. Impact of stand density on growth and quality of Scots pine in Northern Europe. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2016. 31(4). 345–356. DOI: 10.1080/02827581.2016.1146531.

53. Tomppo E., Haakana M., Katila M. Multi-source national forest inventory in Finland. Finnish Forest Research Institute, 2008. 215.
54. Vacek Z., Vacek S., Bulušek D. Long-term development and stability of Scots pine stands under different silvicultural regimes in Central Europe. *Forest Systems*. 2018. 27(3). 1–13. DOI: 10.5424/fs/2018273-13125.
55. Valkonen S., Ruuska J. Survival and early development of Scots pine under different site preparation methods in Finland. *Silva Fennica*. 2017. 51(2). 1–16. DOI: 10.14214/sf.1676.
56. Wingfield M. J., Brockerhoff E., Wingfield B. T. Pine diseases in Europe: diversity, impacts and management. *Forest Pathology*. 2015. 45. 95–110. DOI: 10.1111/efp.12152.
57. Zubizarreta-Gerendiain A., Pukkala T., Miina J. Mixed stand dynamics of Scots pine and birch in boreal forests: a modelling approach. *Forest Ecology and Management*. 2015. 354. 189–199. DOI: 10.1016/j.foreco.2015.05.013.

ДОДАТКИ