

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

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

підпис

ПІБ

«24» листопада 2026 р

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему: ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПОСАДКОВОГО
МАТЕРІАЛУ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ «СУМСЬКОГО
ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ»»

Виконав (-ла):

Петро ТЕНІГІН

Ім'я ПРІЗВИЩЕ

Група:

ЗЛІС 2401-1м

Науковий керівник

Доцент Сергій БУТЕНКО

Ім'я ПРІЗВИЩЕ

Рецензент

Доцент Владислав КОВАЛЕНКО

Ім'я ПРІЗВИЩЕ

Суми – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри садово-паркового
та лісового господарства

[Підпис]
ПІБ
«24» лютого 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

Тетянін Петро Олександрович

прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема кваліфікаційної роботи «Технології вирощування поса-
ркового матеріалу сосна звичайної в умовах Сумського
лісового господарства ДП «Ліси України»»
2. Керівник кваліфікаційної роботи Бутенко С.О
2. Строк подання здобувачем закінченої роботи 20.02.26
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи методичні вказівки до
навчальної кваліфікаційної роботи ОС Магістр за
спеціальністю лісове господарство дані літ. джерел.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно
опрацювати) Вступ, огляд наукової літератури, матеріали та ме-
тоди дослідження експериментальних досліджень, висновки, ре-
комендації; перелік посилень

5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових
креслень) карта схема розміщення господарства, рисунки,
досліджувальні таблиці,

Керівник кваліфікаційної роботи [Підпис] / Сергій Бутенко
ім'я, ПРІЗВИЩЕ

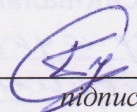
Завдання прийняв до виконання [Підпис] / Петро Тетянін
ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата отримання завдання «15» 03 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

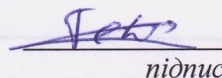
№ п/п	Назви етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прим
1.	Вибір теми і об'єкта досліджень	1-й семестр	
2.	Розробка завдання до кваліфікаційної роботи; складання календарного плану; формування змісту розрахунково-пояснювальної записки (формування переліку питань, які необхідно опрацювати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

Керівник кваліфікаційної роботи _____


підпис

Сергій Бутенко
Ім'я, ПРИЗВИЩЕ

Здобувач _____


підпис

Тетяна Тешчигін
Ім'я, ПРИЗВИЩЕ

АНОТАЦІЯ

Тенігін П.О. Технології вирощування посадкового матеріалу сосни звичайної в умовах «Сумського лісового господарства ДП «Ліси України». Кваліфікаційна робота. СВО «Магістр». Спеціальність 205 «Лісове господарство». Сумський НАУ, Суми, 2026.

Робота пов'язана з вивченням, аналізом та впровадженням у лісогосподарське виробництво сучасних технологій лісовідновлення природних та штучних насаджень сосни звичайної, які б дали можливість вирощувати високопродуктивні та біологічно стійкі лісові насадження сосни звичайної з оптимальним видовим складом, виконували еколого-економічні функції, забезпечували отримання якісної деревини, а також збільшення обсягів створення лісових культур сосни звичайної в умовах «Сумського лісового господарства ДП «Ліси України»». Значущість впливу норми висіву насіння на вихід типових сіянців з одиниці площі зростає у світлі переходу до селективного підходу в лісовому господарстві та використання для вирощування генетично вдосконаленого насіння.

Завданням роботи - було дослідити показники проростання та тривалість вегетаційного періоду за нормою висіву насіння. Крім того, було проаналізовано вплив щільності сходів на їх лінійні вимірювання. Дослідження, проведені в плівковій теплиці на однорічних сіянцях сосни звичайної, дали оптимальну норму висіву для отримання максимального стандартного садивного матеріалу.

Лісовідновлювальні заходи здійснюються на основі національних проектів та планів, пріоритет надається розвитку високопродуктивних лісів, що складаються з економічно цінних дерев та чагарників, з використанням ефективних технологій у встановлені терміни. У районах з відповідними екологічними та ґрунтовими умовами основна увага приділяється відновленню природних лісів.

Такий підхід дозволяє швидко розвивати ліси, які є одночасно високопродуктивними та екологічно сталими, одночасно знижуючи витрати.

Після проведення комплексного обстеження щонайменше за рік до посадки, довгострокові користувачі та власники лісів розробляють плани заліснення для кожної ділянки.

Методи обробітку ґрунту, що використовуються, повинні створювати оптимальні умови для росту та виживання дерев. Перед посадкою або посівом саджанці та насіння можна обробити, щоб підвищити їхню стійкість до посухи та шкідників, сприяти росту та покращити рівень виживання. Терміни посадки слід планувати таким чином, щоб максимізувати виживання та збереження лісових культур.

У діапазоні досліджуваних норм висіву найвищий урожай стандартного садивного матеріалу спостерігався за норми висіву 250 рослин/м². Дещо нижчий урожай спостерігався за найнижчої норми висіву 200 рослин/м², а найнижчий – за найвищої норми висіву 300 рослин/м². Одночасно відсоток отриманих стандартних саджанців був найвищим за найнижчої норми висіву, найнижчим – за середньої норми висіву та найнижчим – за найвищої норми висіву.

За цих норм висіву отримано найбільший вихід стандартного садивного матеріалу з високими лінійними показниками і показниками якості. Первинна перевага садивного матеріалу, отриманого за такої норми висіву, забезпечить йому більшу життєздатність на лісокультурній площі.

Ключові слова: сосна звичайна, насіння, проростання, сіянці, коренева система, виживаність рослин, садивний матеріал, приживлюваність.

ABSTRACT

Tenigin P.O. Technologies for growing Scots pine planting material in the conditions of the Sumy Forestry of the State Enterprise Forests of Ukraine. Qualification work. Educational degree - "Master". Specialty 205 "Forestry". Sumy NAU, Sumy, 2024

The work is related to the study, analysis and implementation of modern technologies for reforestation of natural and artificial Scots pine plantations in forestry production, which would make it possible to grow highly productive and biologically sustainable Scots pine forest plantations with optimal species composition, perform ecological and economic functions, and ensure the production of high-quality wood, as well as an increase in the volume of creation of Scots pine forest crops in the conditions of the "Sumy Forestry of the State Enterprise "Forests of Ukraine". The significance of the influence of the seed sowing rate on the yield of typical seedlings per unit area has increased in light of the transition to a selective approach in forestry and the use of genetically improved seeds for cultivation.

The task of the work was to investigate the germination rates and the duration of the growing season according to the seed sowing rate. In addition, the influence of seedling density on their linear measurements was analyzed. Studies conducted in a film greenhouse on one-year-old Scots pine seedlings gave the optimal sowing rate for obtaining the maximum standard planting material.

Reforestation activities are carried out on the basis of national projects and plans, with priority given to the development of highly productive forests consisting of economically valuable trees and shrubs, using effective technologies within established deadlines. In areas with appropriate ecological and soil conditions, the main focus is on the restoration of natural forests.

The tillage methods used should create optimal conditions for tree growth and survival. Before planting or sowing, seedlings and seeds can be treated to increase their resistance to drought and pests, promote growth and improve

survival rates. Planting times should be planned to maximize the survival and conservation of forest crops.

In the range of seeding rates studied, the highest yield of standard planting material was observed at a seeding rate of 250 plants/m². A somewhat lower yield was observed at the lowest seeding rate of 200 plants/m², and the lowest at the highest seeding rate of 300 plants/m². At the same time, the percentage of standard seedlings obtained was the highest at the lowest seeding rate, the lowest at the average seeding rate, and the lowest at the highest seeding rate.

At these seeding rates, the highest yield of standard planting material with high linear and quality indicators was obtained. The primary advantage of planting material obtained at such a seeding rate will provide it with greater viability in the silvicultural area.

Keywords: Scots pine, seeds, germination, seedlings, root system, plant survival, planting material, survival.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	10
1.1 Біологічні та екологічні особливості сосни звичайної (<i>Pinus sylvestris</i>)	10
1.2 Особливості отримання садивного матеріалу деревних порід	12
1.3 Загальна характеристика сосни звичайної її значення та вплив екологічних факторів на вирощування культури	17
1.4 Створення культур сосни у свіжих борах.....	21
1.5 Сучасні технології отримання садивного матеріалу із закритою кореневою системою	26
1.6 Технологічні заходи вирощування садивного матеріалу сосни звичайної у закритому ґрунті	29
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	32
2.1 Характеристика природно-кліматичних умов та лісового фонду «Сумського лісового господарства ДП «Ліси України»	32
2.2 Лісові розсадники	34
2.3 Рубки поліпшення якісного складу та оздоровлення лісів	35
2.4 Методика проведення досліджень	37
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	44
ВИСНОВКИ.....	49
РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	50
ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА	51
ДОДАДКИ	55

ВСТУП

Актуальність теми і визначення завдань - пов'язана з вивченням, аналізом та впровадженням у лісгосподарське виробництво сучасних технологій лісовідновлення природних та штучних насаджень сосни звичайної, які б дали можливість вирощувати високопродуктивні та біологічно стійкі лісові насадження сосни звичайної з оптимальним видовим складом, виконували еколого-економічні функції, забезпечували отримання якісної деревини, а також збільшення обсягів створення лісових культур сосни звичайної в умовах «Сумського лісового господарства ДП «Ліси України». Значущість впливу норми висіву насіння на вихід типових сіянців з одиниці площі зростає у світлі переходу до селективного підходу в лісовому господарстві та використання для вирощування генетично вдосконаленого насіння.

Мета досліджень - визначення кращої норми посіву насіння сосни звичайної, яка забезпечить максимальний вихід стандартного садивного матеріалу з одиниці площі теплиці.

Завданням роботи - було дослідити показники проростання та тривалість вегетаційного періоду за нормою висіву насіння. Крім того, було проаналізовано вплив щільності сходів на їх лінійні вимірювання. Дослідження, проведені в плівковій теплиці на однорічних сіянцях сосни звичайної, дали оптимальну норму висіву для отримання максимального стандартного садивного матеріалу.

Об'єктом досліджень взято сіянці сосни звичайної, вирощені у плівковій теплиці.

Предмет досліджень норми висіву насіння сосни звичайної.

Практичне значення одержаних результатів дослідження.

Рекомендовано використовувати у лісових господарствах Лісостепу вирощування однорічних сіянців сосни звичайної у плівковій теплиці пропонуємо висівати насіння нормою 250 і 200 шт./м. За цих норм висіву

отримано найбільший вихід стандартного садивного матеріалу з високими лінійними показниками і показниками якості. Первинна перевага садивного матеріалу, отриманого за такої норми висіву, забезпечить йому більшу життєздатність на лісокультурній площі.

Матеріали досліджень можуть бути використані в навчальному процесі на факультеті агротехнологій та природокористування Сумського національного аграрного університету.

Апробація результатів досліджень. Результати досліджень кваліфікаційної роботи доповідались на Міжнародній науково-практичній конференції «Розвиток науки: теорії, відкриття та практичні результати» 16-18 березня 2026 р. Цюрих, Швейцарія.

Публікації. За матеріалами кваліфікаційної роботи опублікована теза в матеріалах міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток науки: теорії, відкриття та практичні результати» (Додаток А).

Структура та обсяг роботи. Загальний обсяг роботи становить 55 сторінок комп'ютерного тексту. Робота складається із вступу, трьох розділів, висновків та рекомендацій виробництву, списку літературних джерел, додатків. Містить 4 таблиці та 5 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Біологічні та екологічні особливості сосни звичайної (*Pinus sylvestris*)

Лісовий покрив в Україні поступово розширюється; проте питання про те, як задовольнити потреби національної економіки в деревині, залишається відкритим. Один зі способів вирішення цієї проблеми — посадка швидкозростаючих порід дерев з короткими циклами збору врожаю. У лісостеповому регіоні північної Сумської області сосна звичайна є прикладом цього. Під час створення плантацій сосни звичайної виникає кілька питань, таких як оптимальна початкова густина посадки та відповідна інтенсивність проріджування під час рубок догляду. Багато вчених намагалися вирішити ці питання [3, 9, 11].

Дослідження показали, що різні показники плантації залежать від її початкового коефіцієнта приживлюваності, який визначається під час формування сосни. Крім того, він залежить від густоти посадки, що підтримується шляхом проріджування під час рубок догляду. Наприкінці 1970-х років дослідники вивчали плантації сосни звичайної з початковою густиною посадки від 1000 до 4000 дерев на гектар. Їхні висновки показали, що, виходячи з наявних даних, ідеальна густина для створення таких плантацій становила приблизно 2000 дерев на гектар [5].

Дослідження О.П. Рябоконя щодо експериментальних соснових насаджень різної густоти показало, що рубки для догляду необхідно проводити своєчасно у високогустих насадженнях (від 10 000 до 20 000 дерев на гектар). Це пояснюється тим, що порівняно з прорідженими насадженнями (від 2 500 до 5 000 дерев на гектар), високогусті насадження призвели до зменшення середнього діаметра на висоті грудей (ДВГ) на 42% та зменшення об'єму стовбура на 106% [10].

Г.Я. Клименко вивчав ріст соснових насаджень різної густоти та

виявив, що пропозиція високогустих насаджень поступово зменшувалася протягом 50 років. Це різко контрастує з рідко насадженими насадженнями, які показали різницю в пропозиції на 27% [4].

Сосна звичайна (*Pinus sylvestris*) – це представник дерев, що росте в помірному кліматі та широко поширений. У Полісському регіоні України основним типом лісу є червоні соснові ліси. Це дерево може утворювати змішані ліси або чисті ліси і зазвичай зустрічається в північних лісостепах, а іноді й у піщаних степах. Згідно з посиланнями [4, 6, 8], приблизно 35% національних лісових ресурсів України становить сосна звичайна. Сосна звичайна зазвичай росте в первинному лісовому ярусі, досягаючи висоти від

20 до 50 метрів та діаметра від 1,0 до 1,5 метра. Ці розміри суттєво відрізняються від інших типів лісової рослинності. Її крона зазвичай пірамідальна або конічна, з гілками, що розгалужуються кільцеподібно. Молоді пагони зелені, з віком поступово жовтіють. Кожен жовтий пагін має дві хвоїнки довжиною від 4,5 до 7 сантиметрів. Верхні гілки темно-зелені та помітні [5, 21].

Сосна звичайна не має особливих вимог до температури навколишнього середовища чи родючості ґрунту. Вона може рости в різних умовах поживних речовин та вологи, з різним рівнем продуктивності залежно від кожних умов. Хоча вона любить сонячне світло та може переносити прямі сонячні промені, цей вид не переносить тінь, особливо на ранніх стадіях росту. Сосна звичайна відома своїм швидким зростанням, особливо у віці від 20 до 40 років, як зазначено в науковій літературі.

Незважаючи на відносно суворі умови зростання, сосна звичайна процвітає як у сухому, так і вологому середовищі в лісовому масиві завдяки своїй посухостійкості. Вона адаптується до коливань температури та має виняткову холодостійкість, що дозволяє їй витримувати суворі температурні умови [5, 21].

Коренева система сосни звичайної залежить від середовища її

зростання. Як правило, у вологих, родючих ґрунтах розвивається стрижнева коренева система, що супроводжується бічними коренями. І навпаки, в посушливих регіонах коренева система складається зі слабшого стрижневого кореня та сильніших бічних коренів. У районах з надмірним зволоженням сосни звичайної розвивають поверхневу кореневу систему. Така адаптивність їх корневих систем до навколишнього середовища робить сосни звичайної цінним видом, оскільки вони добре ростуть за різних умов вирощування незалежно від вмісту вологи чи якості ґрунту. Ця інформація підтверджується посиланнями [9, 22].

1.2 Особливості отримання садивного матеріалу деревних порід

Сьогодні лісовідновлення та лісорозведення мають особливе значення в лісовому господарстві, зокрема для сосни звичайної (*Pinus sylvestris*), особливо в районах, де цей вид має економічне та екологічне значення. Деякі з найбільш визнаних методів виробництва посадкового матеріалу перелічені нижче [9].

Звичайний посів насіння відбувається в розсадниках. Закритий ґрунт лісового розсадника є частиною насінневого, шкільного або материнського відділення, створеного для пророщування посадкового матеріалу в теплицях або теплицях. Вирощування рослин у закритому ґрунті в контрольованому середовищі дозволяє значно збільшити схожість насіння, зменшити витрату матеріалів, майже вдвічі скоротити період вегетації, покращити якість та підвищити врожайність [6].

Для виробництва посадкового матеріалу в закритому ґрунті використовуються різні типи стаціонарних та тепличних конструкцій. До них належать комбіновані, двосхилі, круглі, односхилі, каркасні, арочні, блочні, траншейні, пластикові, залізобетонні, дерев'яні, металеві та скляні конструкції із синтетичною плівкою або склопластиковими покриттями. Їх використовують цілий рік (взимку) або сезонно (весна-літо), з такими способами обігріву, як повітряний, водяний, паровий, інфрачервоні промені або комбіновані системи, а також неопалювані варіанти. Для овочівництва та

квітникарства, а також для отримання розсади, саджанців та живців лісових порід, з природним мікрокліматом, штучні та комбіновані, мобільні (розбірні, переносні, транспортабельні) та стаціонарні. Крім того, розрізняють також надувні або безкаркасні теплиці[27].

Останнім часом вирощування саджанців дерев у регульованому, контрольованому середовищі в теплицях з поліетиленовим покриттям стало поширеною практикою. Наразі це є одним із перспективних методів.

Він дозволяє економніше використовувати насіння з плюсових дерев та елітних плантацій, приблизно на 1 рік скоротити термін вирощування стандартних саджанців, у 4-7 разів збільшити вихід посадкового матеріалу з одиниці площі при значно меншій площі посіву. Також знизити вартість, забезпечити гарантований вихід посадкового матеріалу незалежно від погодних умов.

У 1956 році у Фінляндії вперше були використані такі теплиці для отримання насіннєвого матеріалу. У нашій країні вирощування саджанців у теплицях з поліетиленовим покриттям розпочалося у 1964 році. Вирощування посадкового матеріалу в теплицях поширене в багатьох країнах світу. Зокрема, скандинавські країни мають близько 70 років досвіду вирощування саджанців сосни та ялини в поліетиленових теплицях[21]. Нещодавно в лісових розсадниках було впроваджено новий метод – технологію вирощування хвойного посадкового матеріалу із захищеною кореневою системою в контейнерах «Цегла», «Брикет» тощо з насіння покращеної якості. Посадковий матеріал із закритим коренем – це матеріал з кореневою системою, що має грудки ґрунту, брикет або контейнери з субстратом. Існують такі види матеріалу із закритою кореневою системою: насіння в оболонці з пресованого субстрату (шведські торф'яні пластини, канадські торф'яні таблетки) розсада в грудці ґрунту - вирощування шляхом посіву насіння в субстрат у невеликих за об'ємом оболонках (паперові стільники "Paperpot" японського та фінського виробництва, вони набули найбільшого використання у світі. Невеликі за об'ємом торф'яні горщики,

торф'яні ковбаски. Розсада та саджанці з напіввідкритою кореневою системою (вирощування за фінським методом "Nisula"). Розсада з неушкодженою кореневою системою ("Brick") та розсада з грудкою землі "Bricket". У Фінляндії 80% лісових саджанців вирощується за допомогою методу "Rarepot". За останні роки лише в Скандинавії за цією системою було посаджено понад 2 мільярди лісових саджанців [27].

Звернемо увагу на вирощування розсади у відкритому ґрунті. Технології вирощування посадкового матеріалу дерев і чагарників передбачають низку агротехнічних операцій, що забезпечують вирощування високоякісного матеріалу. Розглянемо ефективний метод підготовки насіння сосни звичайної до посіву — це снігування. Насіння попередньо замочують на 24 години у воді помірної температури. Потім його поміщають у марлеві мішечки на 1-2 місяці в сніг. Результатом є скорочення періоду масового проростання на 5-6 днів та збільшення ґрунтової схожості насіння в 1,5-2 рази [27].

Також хочу зазначити, що спостерігається кращий ріст розсади та вищий вихід посадкового матеріалу. Розчини солей мікроелементів, зокрема міді, бору, кобальту, молібдену, марганцю, цинку, позитивно впливають на енергію проростання насіння сосни. Обробляйте насіння розчинами 0,01% - 0,05% концентрації протягом 24 годин. Крім того, мікроелементи підвищують схожість насіння, сприяють росту та розвитку розсади завдяки підвищеній активності ферментів. Вони також забезпечують стійкість до шкідливих умов навколишнього середовища. Стратифікація — найпоширеніший метод підготовки насіння до посіву. Це спеціалізована техніка, яка впливає на насіння, фізіологічно неготове до проростання, тобто насіння з глибоким станом спокою, яке не проросте в рік посіву без належної обробки. Суть стратифікації полягає у змішуванні насіння з річковим піском у співвідношенні 1:3 або з торфом, зволоженні суміші до 50-60% вологості та підтримці її при відповідній температурі 1-5°C [21].

Насіння, що перебуває у глибокому стані спокою, містить речовини, що

затримують його проростання – природні інгібітори (кумарин та поліфеноли).

Наявність інгібіторів певною мірою вказує на роль стратифікації, оскільки інгібітори за низьких температур та доступу до вільного кисню зупиняють їхню інгібіторну дію. Протягом періоду стратифікації в посадковому матеріалі відбуваються важливі фізіологічні процеси – складні поживні речовини трансформуються в простіші та рухливіші сполуки під дією ферментів: білки – в амінокислоти, жири – у вуглеводи.

Ще однією дуже цікавою технологією отримання посадкового матеріалу є аеропонне та гідропонне вирощування. Розглянемо її детальніше. Аеропоніка передбачає вирощування рослин з підвішеним у повітрі корінням, яке обприскують водою, багатою на поживні речовини. Цей метод дозволяє виробляти високоякісні саджанці з добре розвинутою кореневою системою, що підвищує успішність пересадки. Гідропоніка дозволяє вирощувати сосну звичайну у водних поживних розчинах без ґрунту, що призводить до швидшого росту та покращення управління поживними речовинами [44].

Переваги полягають у тому, що ці безґрунтові методи дозволяють точно контролювати надходження поживних речовин та знижують ризик розвитку ґрунтових хвороб, що призводить до отримання саджанців вищої якості. Слід зазначити, що обидві системи вимагають великих початкових інвестицій, технічної експертизи та інфраструктури. Вони рідше використовуються для деревних видів, але мають потенціал для отримання високоцінних саджанців. Загартовані саджанці – це метод, за якого саджанці попередньо готують до суворих польових умов, піддаючи їх контрольованим стресовим факторам (наприклад, зниженій температурі, зменшеному поливу). Це зміцнює саджанці та покращує їхню виживаність після посадки. Переваги включають підвищену стійкість та адаптивність саджанців сосни звичайної, що особливо корисно для лісовідновлення в несприятливих кліматичних умовах. Ця технологія вимагає ретельного догляду, щоб збалансувати вплив

стресу, не пошкоджуючи рослини [45]

Кожна технологія має місце бути як перевагами, так і недоліками, а вибір підходів залежить від економічних, екологічних та технічних міркувань регіону. У Сумській області вирощування в контейнерах та підготовка розсади можуть досягти балансу між ефективністю та витратами, гарантуючи високий рівень виживання в складних умовах [13].

Використання цих сучасних технологій може покращити успішність відновлення лісів сосни звичайної, підвищуючи стійкість лісів. Для України найсприятливішою технологією виробництва даної культури є поєднання вирощування в контейнерах. Цей метод є ефективним завдяки специфічним екологічним та логістичним вимогам до відновлення лісів в Україні, особливо враховуючи типи ґрунту, стійкість до клімату та потребу у високоякісному посадковому матеріалі з огляду запровадження боротьби з такими питаннями, шкідники, посуха та руйнування ґрунту. Контейнерні розсади, як правило, має вищий рівень виживання, ніж розсади з голим корінням. Контрольовані умови забезпечують оптимальні умови для засвоєння поживних речовин та розвитку коренів, роблячи розсаду більш стійкою до шоку від пересадки та несприятливих погодних умов [31].

Оскільки виробництво в контейнерах дозволяє краще контролювати температуру та вологість, розсадники можуть виробляти саджанці цілий рік. Ця гнучкість дозволяє розсадникам мати посадковий матеріал, готовий до посадки, коли умови ідеальні, незалежно від пори року. Коли саджанці вирощуються в контейнерах, коріння розвивається в обмеженому просторі, що призводить до щільнішої та краще сформованої кореневої системи. Це особливо важливо для сосни звичайної, оскільки сприяє міцному закріпленню та поглинанню води, що є перевагою для росту на піщаних або еродованих ґрунтах, які зазвичай зустрічаються в Україні. Виробництво в контейнерах у контрольованих умовах розсадників допомагає зменшити вплив патогенів та шкідників, що є важливим для підтримки здорових лісів сосни звичайної та мінімізації втрат [23].

1.3 Загальна характеристика сосни звичайної її значення та вплив екологічних факторів на вирощування культури

Сосна звичайна (*Pinus sylvestris*) – хвойне дерево, поширене по всій Євразії та має важливе екологічне, економічне та культурне значення (див. рис. 1.2).



Рис. 1.1. Сосна звичайна (*Pinus sylvestris*)

Дерево відоме своїм прямим стовбуром, який часто досягає 25–40 м у висоту. Воно має характерну червонувато-коричневу або помаранчеву кору, яка з віком відшаровується. Хвоя синьо-зелена, зазвичай парна, довжиною близько 4–7 см. [8].

Відкриті території забезпечують середовище функціонування для великого спектру флори та фауни і багато видів птахів, ссавців, комах та грибів. Наприклад, такі тварини, як руді білки та дятли, залежать від соснових лісів для харчування та укриття. Завдяки своїй розгалуженій кореневій системі сосна звичайна відіграє життєво важливу роль у запобіганні ерозії ґрунту, особливо на піщаних або пухких ґрунтах. Подібно

до інших хвойних дерев, сосна звичайна сприяє поглинанню вуглекислого газу з атмосфери, тим самим допомагаючи в боротьбі зі зміною клімату [40].

Сосна звичайна є однією з найбільш комерційно цінних порід дерев у Європі. Її деревина міцна та довговічна, що робить її популярною в будівництві, виробництві меблів та паперу. У Скандинавії та Великій Британії вона служить основним джерелом деревини для різних цілей. Історично дьоготь виробляли зі смоли сосни звичайної. Багаті на смолу частини дерева також використовувалися для створення каніфолі та скипидару. Завдяки своїй стійкості, швидкому зростанню та адаптивності, сосна звичайна зазвичай використовується в лісовідновленні (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Сосна звичайна (*Pinus sylvestris*)

Крім того, вона виступає в ролі піонерного виду, допомагаючи у створенні лісового покриву в районах, де природне відновлення стикається з труднощами [18].

Сосна звичайна має культурне значення в багатьох регіонах. У Шотландії вона є символічним видом стародавнього Каледонського лісу, який раніше покривав значну частину Шотландського нагір'я. Історично сосна звичайна використовувалася в народній медицині. Вважалося, що її хвоя, кора та смола мають антисептичні та протизапальні властивості, і їх використовували для лікування респіраторних захворювань та травм. Вплив

факторів навколишнього середовища на вирощування сосни звичайної (*Pinus sylvestris*) є ключовим елементом лісівництва, оскільки ці фактори впливають не лише на ріст і розвиток цього виду, але й на його врожайність та стійкість до хвороб і шкідників. Сосна звичайна є одним із найпоширеніших типів лісів в Україні, що підкреслює важливість вивчення її взаємодії з навколишнім середовищем для ефективного ведення лісового господарства. Основні фактори навколишнього середовища, які впливають на дані види, включають:

Кліматичні фактори - сосна звичайна є теплолюбним видом, хоча вона може витримувати холодні зимові температури до -30°C і нижче. Однак надмірне зниження температури взимку або весняні заморозки можуть пошкодити молоді саджанці та знизити врожайність. Волога є одним з найважливіших факторів росту сосни. Цей вид досить стійкий до посухи, але тривалі періоди без дощу або несприятливі умови (особливо на легких піщаних ґрунтах) можуть перешкоджати його росту. Сосна потребує постійного зволоження протягом усього періоду росту [8].

Одним з найважливіших факторів є світло. Сосна – світлолюбна рослина, яка потребує багато світла для нормального росту. Вона не переносить густої тіні та не росте в умовах постійної тіні, тому важливо вибирати добре освітлені місця для посадки [15].

Сосна добре росте на піщаних, супіщаних та легких суглинних ґрунтах, які добре дреноються. Однак вона не переносить перезволоження, тому для вирощування їй потрібні помірно вологі та добре аеровані ґрунти. На важких глинистих ґрунтах ріст сосни значно сповільнюється. Сосна звичайна любить слабокислі або нейтральні ґрунти з діапазоном рН 5,0-6,5. При вирощуванні на кислих ґрунтах її коренева система може погано розвиватися, що робить рослину більш вразливою до різних хвороб. Для сосни важливо мати достатню кількість мінеральних поживних речовин, особливо азоту, фосфору та калію. Нестача цих елементів може призвести до уповільнення росту та ослаблення дерев. Водночас надлишок мінералів, зокрема азоту, може

призвести до порушення природного розвитку кореневої системи. Сосна досить стійка до вітрів, але високі дерева можуть бути схильні до пошкодження вітром, особливо в районах, де часто спостерігаються сильні вітри. Для оптимального розвитку сосни важливо враховувати напрямок і силу вітрів, а також правильно організовувати лісосмуги та захищати їх від вітрової ерозії. Сосна добре росте на рівних та помірно схилих місцевостях. На крутих схилах її коренева система може бути не повністю стабільною, що збільшує ризик зсувів. Оскільки сосна має глибоку кореневу систему, ґрунт має бути достатньо глибоким для підтримки росту коренів [8].

Сосна звичайна може добре рости поруч з іншими хвойними деревами, такими як ялина та ялиця, а також широколистяними деревами, такими як дуб, береза та осика. Однак вона може несприятливо діяти на інші види рослин, виділяючи токсичні речовини в ґрунт, тим самим зменшуючи конкуренцію. Сосна уражається численними шкідниками, такими як соснові пилильщики та листоїди, а також хворобами, зокрема корневими гнилями та грибковими інфекціями (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Найбільш поширені хвороби *Pinus sylvestris*

Найбільший ризик для сосни пов'язаний з масовими спалахами шкідників, які можуть статися за несприятливих кліматичних умов або коли дерева ослаблені іншими факторами. Сосна звичайна досить стійка до забруднення повітря, але її ріст може знижуватися в районах з високим

рівнем забруднення, особливо в промислових регіонах. Викиди токсичних газів, зокрема діоксиду сірки або оксидів азоту, можуть пошкодити листя та знизити фотосинтетичну активність [21].

Зміна клімату, така як підвищення температури або зміни в характері опадів, може суттєво вплинути на поширення сосни звичайної в певних регіонах. Зміни кліматичних умов можуть призвести до зниження стійкості сосни до посухи, збільшення ризику лісових пожеж або збільшення кількості хвороб та шкідників. Фактори навколишнього середовища суттєво впливають на виробництво сосни звичайної, і їх правильне врахування є ключем до успішного лісовідновлення та лісівництва загалом. Підтримка оптимальних кліматичних, ґрунтових та топографічних умов, а також контроль біотичних та антропогенних факторів можуть забезпечити високий рівень продуктивності соснових насаджень та сприяти їх сталому розвитку [18].

1.4 Створення культур сосни у свіжих борах

У 19 столітті люди вперше спробували посадити ліси з сосни звичайної. Відтоді багато вчених, включаючи відомих лісівників, таких як Арнольд, Сергунов, Алексєєв та Гордеєнко, провели масштабні дослідження з цього питання. Їхні праці були вивчені та розширені для накопичення знань з лісівництва. [3, 8]

Боратні ґрунтові умови поширені в полінезійських та лісостепових лісових районах, де вирощуються плантації сосни звичайної. Ці умови переважно зустрічаються в посушливих, вологих, але неродючих районах. Це підтверджується відповідною літературою. [6, 8].

Наразі основним методом заліснення на новостворених лісових ділянках є штучне лісовідновлення. Цей метод є доцільним, оскільки сосна звичайна не може відновлюватися природним шляхом за несприятливих ґрунтово- кліматичних умов. Українські компанії, що займаються інтенсивним лісівництвом, часто надають перевагу штучному лісовідновленню перед іншими методами. Це пояснюється тим, що штучне лісовідновлення має багато переваг, включаючи можливість вибору

конкретних видів дерев для посадки та планування кількості місць посадки на лісових угіддях, тим самим прискорюючи перетворення лісових культур на лісові площі. Крім того, витрати на заліснення можуть бути компенсовані збільшенням запасів деревини, що підтверджено в літературі [4, 5].

Під час посадки соснових лісів на новостворених ділянках рекомендується використовувати однорічні саджанці. Оптимальний час посадки – рання весна, коли ґрунт сухий і пухкий. Осінню посадку також можна проводити на ґрунтах, що відповідають вищезазначеним умовам. Під час посадки сосен за цих умов рекомендується вибирати дворічні саджанці берези з міцними верхніми гілками. Крім того, коренева система повинна бути добре розвиненою та добре розгалуженою, з бічним корінням [2, 5, 11, 18, 21]. Саджанці слід оглянути незадовго до посадки, а пошкоджені видаляти. Щоб запобігти заплутуванню коренів під час посадки, коріння слід обрізати до рівномірної довжини. Перед посадкою коріння саджанців замочують у горщиках, наповнених рідким глинистим перегноєм, щоб покращити їхню приживлюваність. У горщики також додають стимулятори росту для подальшого сприяння приживанню [5].

Дослідження показали, що внесення мікоризних грибів у ґрунт ефективно покращує виживання та ріст саджанців сосни звичайної. Ці гриби рясні у верхньому шарі ґрунту та органічній речовині добре сформованих середовищ існування сосни звичайної. Технології вирощування сосни звичайної включають штучний та механічний обробіток ґрунту, на які впливає метод Колесова. Не рекомендується сіяти насіння сосни звичайної під час вирощування в соснових середовищах існування, оскільки якість насіння тісно пов'язана з низькою родючістю ґрунту та низьким рівнем вологості. Ці фактори є важливими для росту та розвитку саджанців. За наявності достатньої кількості вологи треба використовувати шахову посадку. У регіонах з високою щільністю полінезійської сосни можна створювати як монокультурні, так і змішані соснові ліси. Хоча монокультурні ліси простіше створювати, підтримувати та розвивати, вони

також мають певні недоліки, включаючи знижену продуктивність та підвищену біологічну вразливість до шкідників і хвороб. І навпаки, змішані соснові ліси є більш стійкими та краще оснащеними для вирішення цих проблем [25, 36].

Вплив чистих соснових лісів на ґрунт є односпрямованим. Ці насадження накопичують велику кількість низькомінералізованого хвойного опаду, що призводить до підкислення ґрунту. Тому доступність мінералів обмежена. Співіснування листяних дерев зі змішаними сосновими лісами позитивно впливає на мінералізацію опаду та накопичення органічних сполук, що сприяє покращенню родючості ґрунту. Родючість ґрунту восьмирічних змішаних соснових лісів вища, ніж у десятирічних чистих соснових лісів. Крім того, змішані соснові ліси демонструють більшу біологічну стійкість, як показано в посиланнях 3, 7 та 10. Береза болотна та сосна звичайна часто співіснують у лісах. Однак інтродукція європейського дуба в це середовище є недоцільною через брак поживних речовин та води, необхідних для виживання більше року. Червоний дуб є винятком; його можна висаджувати у новостворених лісах для покращення ґрунту. Рекомендується, щоб червоний дуб був лише одним компонентом соснових лісів. У соснових лісах зазвичай відсутні підліскові чагарники, але іноді зустрічаються горобина та ялівець [6].

Вчені, які давно вивчають сосни, мають різні думки щодо впливу берези на ріст сосни. Дослідження показали, що коли понад 30% дерев, що прилягають до соснового лісу, складають берези, це пригнічує ріст і розвиток сосни звичайної. Деякі вчені вважають, що темпи росту змішаних сосново-березових лісів значно повільніші, а період їхньої зрілості на 30 років довший, ніж у чистих насадженнях того ж виду. До 60 років ріст змішаних сосново-березових лісів може компенсувати втрати. Однак після 60 років продуктивність цих змішаних лісів швидко перевищує продуктивність чистих сосново-березових лісів.

Під час початкового етапу відворення лісів експерти пропонують

впроваджувати різноманітні види дерев, зокрема: Для нещодавно вирубаних лісових угідь у низинних районах часто використовується змішаний ліс, що складається з 75% сосни звичайної та 25% чагарників (таких як вільха, ялівець та бузина червона). Така схема посадки відома як сосново-чагарниковий ліс і зазвичай передбачає спочатку посадку трьох рядів сосни звичайної, а потім одного ряду чагарників. Альтернативна початкова суміш сосни, берези та чагарників включає: половину сосни звичайної, чверть берези срібної та чверть чагарників. Зокрема, спочатку висаджують чотири ряди сосни звичайної, потім один ряд чагарників, потім два ряди берези срібної і, нарешті, ще один ряд чагарників (чотири ряди сосни звичайної, один ряд берези срібної, два ряди берези срібної та один ряд берези срібної). Така схема посадки рекомендується для старих сільськогосподарських угідь та історичних зрубів.

Під час посадки берези срібної за цих умов рекомендується використовувати дворічні саджанці. Змішані сосново-березові ліси підходять для різноманітних комбінацій культур; Наприклад, змішані схеми, такі як 4rSz 1rBp, 5rSz 2rBp та 5rSz 3rBp, є життєздатними варіантами в різних секторах лісового господарства. Ці змішані схеми посадки були вивчені та задокументовані в посиланнях 4, 6.

Густота посадки під час встановлення рослин є важливою для створення процвітаючої та біологічно збалансованої екосистеми. Зі збільшенням густоти посадки проникнення в ліс відбувається швидше, що зменшує негативний вплив трав'янистих рослин. Крім того, посадки з високою густиною стикаються з меншою кількістю проблем під час розчищення та видалення гілок. Однак важливо зазначити, що догляд за такими насадженнями вимагає значних зусиль, що підтверджується посиланнями [8, 10, 25].

Для досягнення максимальної щільності під час посадки нових сосен потрібні спеціальні схеми планування ділянки. Ці схеми визначають відстань між рядами 1,5–2 метри та відстань між рослинами 0,75–0,5 метра. Однак,

для сосен важливо зазначити, що розширення міжрядь може подовжити час, необхідний для закріплення основних видів дерев у лісі. Ця інформація була підтверджена в посилці [8].

Для оптимального заліснення сосни звичайної в посушливих регіонах та на луках рекомендується суцільний обробіток ґрунту на ранніх стадіях. Суцільний обробіток ґрунту сприяє повній механізації посіву та ведення сільськогосподарських культур. Однак цей метод є дорогим і може бути виконаний лише на нелісових землях, пустирях, луках, лісових вирубках, покинутих сільськогосподарських угіддях та викорчуваних лісових землях, уражених кореневою гниллю. У таких випадках рекомендується попередньо посадити листяні дерева та чагарники. Багаторічні люпин також можна сіяти між рядами. Для покращення родючості потрібно впроваджувати системи бічного розгалуження та обробку міцелієм. Щоб запобігти пошкодженню рослини грибом коренів, «леміш» потрібно розбити інструментом РХ-60. Це допоможе сформувати стрижневу кореневу систему для рослин середнього віку [5, 21].

На щойно вирубаних ділянках з рясним лісом можна використовувати платформний або смуговий обробіток ґрунту, а також поверхнєве розпушування плугами ПДН-1 або ПЛ-1.2. Під час створення нових ділянок сухого лісозаготівельного господарства підготовка ґрунту під деревні культури вимагає використання розпушувальної техніки. У цьому випадку смуговий обробіток ґрунту не рекомендується, оскільки шар гумусу має обмежену несучу здатність. Для досягнення найкращих результатів рекомендується укласти смуги на вологий ґрунт навколо дерев за допомогою дискової борони (БДНТ-2.2, БДТ-2.0) після видалення пнів. Наступним кроком є створення борозен плугом ПКЛ-70, а потім обробка верхнього шару ґрунту до дна борозен культиватором КЛБ-1.7. Там, де борозенний обробіток ґрунту не підходить, деревні культури можна висаджувати на платформах. Цей метод обробітку зазвичай використовується в сільськогосподарських районах, а також для

рекультивації малоцінних насаджень та для дерев'яних хатин з існуючими чагарниками. Агрономічний менеджмент має вирішальне значення в перші кілька років після посадки дерев. Такий підхід допомагає знищити бур'яни, які безпосередньо конкурують з деревами, сприяє розкладанню органічних залишків та комплексно покращує водно-фізичні властивості ґрунту [3, 5].

Ранньою весною та на початку літа можуть розростатися бур'яни, що перешкоджає росту молодих сосен звичайної. Успіх росту та розвитку саджанців у перші кілька років залежить від правильного виконання агрономічних заходів. Часте агрономічне втручання може пошкодити кореневу систему сосни звичайної, що призведе до дисбалансу між ростом надземної частини та коренів. Щоб запобігти цьому в лісовому господарстві, Поліція рекомендує 5-6 агрономічних заходів залежно від лісових умов та клімату. Агротехніку треба проводити протягом трьох років після посадки. У перші роки слід використовувати механізоване втручання, використовуючи борону-культиватор КЛБ-1.7 та ручне прополювання між рядами. У наступні роки для механізованого міжрядного обробітку слід використовувати культиватор [7].

1.5 Сучасні технології отримання садивного матеріалу із закритою кореневою системою

З 1960-х років Канада, Швеція, Німеччина, Фінляндія та Японія використовують контейнери для вирощування саджанців лісових дерев. Ці передові країни створили наукову базу та розробили промислові методи вирощування [26].

Для отримання саджанців із ЗКС широкого використання набули різні контейнери, такі як виготовлені з паперу, поліетилену, пластику, полістиролу та торфу [8, 23].

Переваги використання саджанців із закритого типу полягають у наступному [13]:

- Їх можна висаджувати на постійне місце протягом усього вегетаційного періоду;

- Вони мають вищий рівень приживлюваності, ніж культури відкритого ґрунту, особливо в районах з нестабільними умовами навколишнього середовища;

- На врожайність не впливають ґрунтові та кліматичні умови, а також несприятливий вплив тривалого висаджування в розсаду;

- Вони дозволяють легко висаджувати мікоризні саджанці;

- Різні стадії росту посадкового матеріалу із ЗКС можуть бути завершені раніше, що прискорює процес закриття врожаю та знижує вартість продукції та сільськогосподарської техніки;

- Не потрібна додаткова посадка дерев;

- Під час посадки в лісових районах коріння посадкового матеріалу не повинно бути загнутим;

- Завдяки цілісній та активній кореневій системі, приживлюваність після посадки висока;

- Через вищий рівень приживлюваності та конкурентоспроможності, на одну посадкову площу потрібно менше саджанців;

- Виробництво посадкових матеріалів з герметизацією коренів має високу технологічність та рентабельність.

Незначним недоліком використання посадкових матеріалів з герметизацією коренів є те, що перед посадкою необхідно транспортувати контейнери, саджанці та певну кількість субстрату. Хоча субстрат може надійно захистити коріння від висихання та зневоднення під час транспортування та забезпечити приживлюваність саджанців [17, 22, 23].

Відтворення якісного посадкового матеріалу із закритим корінням починається з підготовки субстрату [9, 14].

Кілька років тому в Польщі розроблено контейнерний субстрат для вирощування лісових насаджень, що складається з мінерального ґрунту та природного компосту, з додаванням кори, піску, тирси, лісового підстилки та інших компонентів [37].

Цей субстрат характеризується значними варіаціями у своїх фізико-

хімічних властивостях. У субстраті іноді знаходяться шкідливі мікроорганізми, деякі шкідники дерев та чагарників, а також патогени рослин. Крім того, з цього субстрату важко видалити насіння бур'янів. Підготовка субстрату – є набір складних процесів, які починається з підготовки торф'яних компонентів, а потім обробка та стерилізація паром для запобігання росту шкідників та хвороб [37].

Для забезпечення оптимального рівня мінеральних поживних речовин для рослин до субстрату можна додавати певні добрива. Під час змішування субстрату рекомендується використовувати спеціальну виробничу лінію, оснащену електронною системою контролю процесу росту. Важливою особливістю технології контейнерного розсадника для вирощування дерев є оптимізація умов для розвитку та росту садивного матеріалу (рис. 1.5).



Рис. 1.4. Вирощування садивного матеріалу з закритою кореневою системою

Серед них вирішальне значення має рівень освітленості рослин. Освітлення є необхідною умовою для нормального розвитку розсади після проростання насіння. Різні види деревних рослин мають суттєво різні вимоги до цього. Не дивно, що тіньовитривала європейська ялина особливо чутлива до недостатнього освітлення [13, 35].

Одним з ключових факторів, що визначають успішне вирощування

посадкового матеріалу із закритим корінням, є створення оптимальних умов вологого субстрату. Водопостачання має подвійне призначення:

- Забезпечити рослину водою, необхідною для підтримки її життєво важливих фізіологічних функцій.
- Підтримувати вміст поживних речовин у коренях, щоб рослина могла їх поглинати та використовувати [20].

Частота поливу в розсаднику та спосіб зрошення посадкового матеріалу залежать від характеристик контейнера та субстрату для росту розсади. Стандарти залежать від об'єму та конструкції контейнера (малі, порожнисті контейнери часто важко утримують воду) [13, 16, 28].

Посадковий матеріал зазвичай обробляють розчином добрив низької концентрації, який зазвичай вносять одночасно з поливом. Співвідношення азотних добрив зазвичай становить від 100 до 150 мг/л [24].

Посадковий матеріал захищається від шкідників та хвороб завдяки послідовним захисним заходам, особливо під час поливу. У лісових розсадниках основними джерелами інфекції для саджанців є патогени, що знаходяться в субстраті або навколишньому середовищі. Як правило, термічно оброблений ґрунт використовується в контейнерах, а не безпосередньо у відкритому полі. Отже, шкідники та хвороби можуть проникнути в теплицю через повітряні потоки або з посіяним насінням [10].

1.6 Технологічні заходи вирощування садивного матеріалу сосни звичайної у закритому ґрунті

Цикл росту розсади зазвичай триває один рік. З лютого до кінця березня насіння висаджують у контейнери, заповнені субстратом. Найкращий час для посіву – початок квітня.

Насіння сосни можна висаджувати вручну або за допомогою автоматичної пневматичної сівалки в контейнери, заповнені субстратом. Насіння, посіяне рано, найефективніше переміщувати в теплицю під час проростання [16, 30].

Під час проростання, яке зазвичай триває 10-14 днів, у теплиці слід

підтримувати стабільну температуру 21-24°C та відповідну вологість повітря як вдень, так і вночі. Після появи першої партії контейнери з розсадою можна винести на вулицю. Короткочасний вплив температур трохи нижче нуля не зашкодить розсаді. Після одного вегетаційного періоду можна отримати розсаду висотою 15-20 см з діаметром кореневої шийки 5 мм [25, 39].

Крім того, на практиці використовується інший метод вирощування розсади сосни. Після автоматичного посіву в контейнери наприкінці квітня контейнери негайно розміщують на відкритій ділянці сховища. Урожай накривають сільськогосподарською тканиною. У цьому випадку проростання насіння буде повільнішим, але це не впливає на якість розсади. Зніміть агротканину в першій половині травня, як тільки кількість розсади значно збільшиться. Завжди звертайте увагу на підживлення та полив, а також вживайте профілактичних заходів, видаляючи за необхідності збудників хвороб та шкідників [10, 16].

Цей метод вирощування саджанців сосни застосовується для вирощування саджанців деревних порід з високими вимогами до росту в теплиці за відповідних умов закритого ґрунту. Оскільки зміна клімату спричиняє скорочення соснових лісів, важливо висаджувати достатню кількість високоякісних саджанців дерев для підвищення ефективності заліснення та штучного відновлення лісів [2, 13].

У цьому контексті особливо важливо висаджувати саджанці із ЗКС. Методи, що використовуються для вирощування саджанців у контейнерах, порівнянні з методами посадки у відкритий ґрунт, з головною відмінністю в тому, що посів і ріст відбуваються в контейнерах[6].

Висадка саджанців із ЗКС може зменшити пошкодження рослин під час транспортування та посадки порівняно з саджанцями, вирощеними традиційними методами в розсадниках або теплицях. Це також може знизити ризик корневих шкідників, продовжити цикл росту дерев і потенційно зменшити використання добрив і регуляторів росту [18, 13].

Хоча цикл посадки посадкового матеріалу із закритим корінням

довший у різних регіонах, ці переваги не завжди очевидні, значною мірою залежно від методів посадки та культур, що використовуються для посадкового матеріалу. У літературі зазначається, що найважливішою перевагою посадкового матеріалу із закритим корінням є його високий рівень приживлюваності, що сприяє зниженню витрат на відновлення лісів у наступні роки [14, 15].

РОЗДІЛ 2.

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика природно-кліматичних умов та лісового фонду «Сумського лісового господарства ДП «Ліси України»

Сумський регіон розташований на північному сході України, займаючи площу 23 800 квадратних кілометрів (3,9% площі України), посідаючи 16 -е місце серед усіх областей України. Область має довжину 200 кілометрів з півночі на південь і 170 кілометрів завширшки зі сходу на захід. Вона межує з Полтавською та Харківською областями на півдні та південному сході, а також з Чернігівською областю на заході. Сумська область знаходиться на відстані 350 кілометрів залізничним транспортом та 359 кілометрів автомобільним транспортом від Києва, столиці України. Більша частина області розташована в долині Дніпра, її найпівнічніша точка знаходиться на Полінезійській низовині, а її східна та північно -східна частини - на краю Центрального нагір'я росії. У структурі лісового угруповання переважають листяні породи [35].

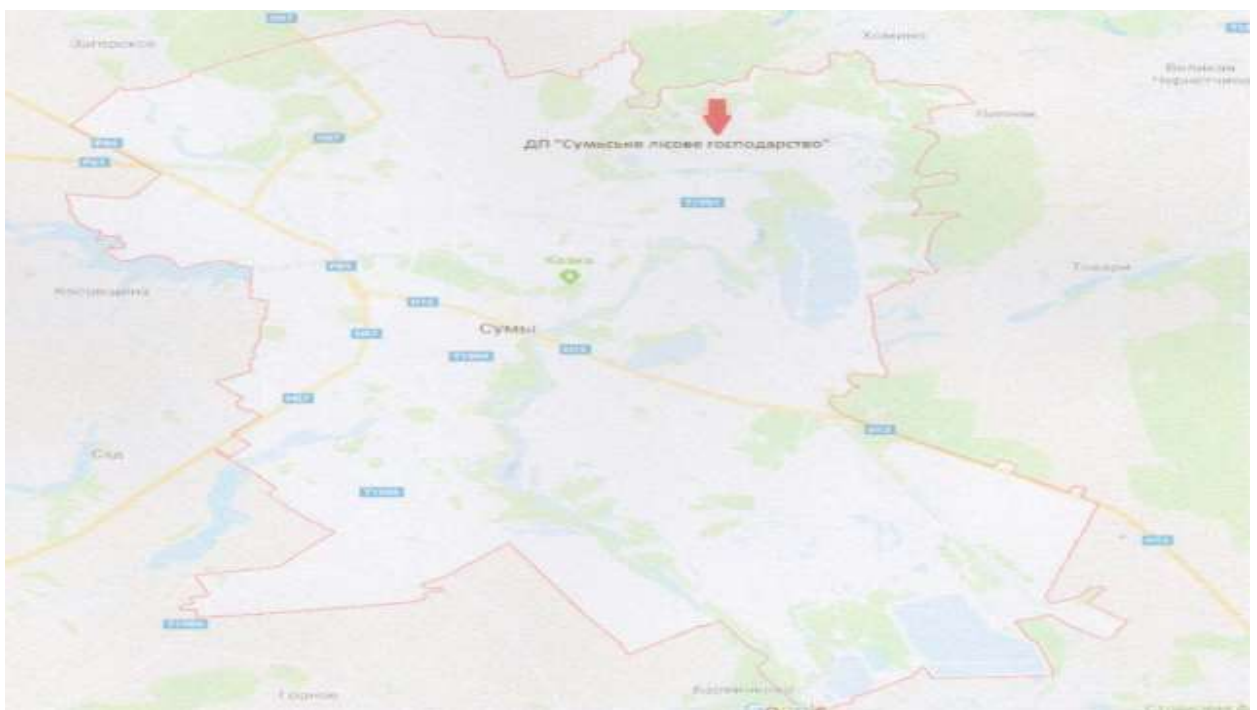


Рис. 2.1. Місцезнаходження підприємства

Сумська область розташована на великій ділянці земної кори — Східноєвропейській платформі. Сьогодні основа платформи — шар кристалічних порід — покрита осадовими породами різної товщини: у Сумському районі поблизу міста Суми шар осадових порід має товщину 600 - 700 метрів. Східна частина Сумської області, яка є рельєфом місцевості, переважно складається з відрогів Середньоруського нагір'я, які також покривають північно-східну частину регіону. Тому рельєф усього регіону загалом має схил з північного сходу на південний захід. Середня висота регіону становить 200-220 метрів. Поверхневі породи, включаючи лес, також відіграють важливу роль у рельєфі регіону. Лес — це світло-коричнева пориста карбонатна порода. Лес схильний до водної ерозії, яка утворює яри та хребти. Тому регіон має відносно відкритий рельєф: рівнинні ділянки оточені густою мережею ярів.[38]

Як згадувалося раніше, східний край регіону є частиною Середньоруського нагір'я. Хотинсько-Сумське плато є яскравим прикладом цього. У межах Сумської області Хотинсько-Сумське плато сягає висоти 228 метрів у верхів'ях річки Локні та 224 метрів у верхів'ях річки Олешні (на північний схід від села Корчаківка). Від цих найвищих точок плато поступово спускається на південний захід до 204 метрів (вододіл між річками Суми та Олешня). Загалом плато являє собою підвищену рівнину, розчленовану радіальними річками [11].

Долини Локні, Снагоста та їхніх лівобережних приток простягаються на північ; долина Крейги простягається на захід; долина середньої та нижньої течії Олешні простягається на південь-південний схід; а грядова долина Гуйви простягається на схід. На півдні ця частина плато різко з'єднується з долиною річки Псел, утворюючи її правий берег, який розчленований глибокими притоками. На півночі плато має більш пологий схил, а грядові долини менш розчленовані. Долини та вододіли між ними створюють хвилястий рельєф [36].

Клімат регіону помірно-континентальний. Середньорічна температура

у 2018 році становила 8-9°C, що на 2-2,5°C вище за середню. Найвищі температури спостерігалися в північній частині регіону, досягаючи 35-35,5°C у липні-серпні; найнижчі температури спостерігалися в січні-лютому, в період заморозків, на рівні 21-24°C. Річна кількість опадів становила 476-659 мм, що становить 74-109% від середньої [50].

2.2 Лісові розсадники

Розсадник – це земельна ділянка, спеціально призначена для посадки саджанців, які потім використовуються для заліснення та штучного лісовідновлення, міського та сільського озеленення, створення польових захисних смуг та будівництва садів. Залежно від характеру їхньої основної діяльності, розсадники можна класифікувати на лісові розсадники, розсадники лісомеліорації, декоративні розсадники та розсадники плодкових дерев. Лісомеліоративні розсадники переважно вирощують саджанці та саджанці для посадки дерев та створення штучних лісів. Декоративні та плодкові розсадники переважно вирощують більші саджанці – саджанці, що використовуються для озеленення та будівництва садів. Залежно від терміну їхньої роботи, розсадники можна класифікувати як тимчасові (менше 5 років) та постійні (25-50 років).

Постійні розсадники створюються для забезпечення саджанцями масштабних, багаторічних проектів лісорозведення, запланованих у межах операційної зони лісгосподарського підприємства. Розсадники в державних лісових господарствах або лісових розсадниках класифікуються за площею як малі (менше 5 гектарів), середні (6-15 гектарів), великі (більше 15 гектарів) та базові розсадники (більше 25 гектарів). Для забезпечення своєчасної наявності саджанців чинні нормативи передбачають, що кожне лісове господарство повинно створити незалежний невеликий тимчасовий розсадник для певних партій саджанців. На основі принципів зонування розсадники класифікуються на звичайні розсадники (або традиційні розсадники, прямокутної або

квадратної форми, рідше багатокутної), круглі розсадники, шатрові

розсадники та смугові розсадники. - Звичайні розсадники (традиційні розсадники) - Зазвичай прямокутні розсадники відкритого типу. Основні типи включають: - Круглі розсадники - Менші за площею, круглої або овальної форми. - Шатрові розсадники - Розташовані безпосередньо під пологом дерев, у межах проріджених насаджень. - Смугові розсадники (смуги) - Складаються зі смуг знесених хатин шириною 15-30 метрів, що чергуються з лісовими смугами шириною 50-100 метрів.

2.3 Рубки поліпшення якісного складу та оздоровлення лісів

Під час формування та відновлення лісів використовується кілька методів лісозаготівлі: рубки догляду, санітарні рубки, заліснення, переформування насаджень, рубки, пов'язані з лісовідновленням, та лісозаготівлі для озеленення. Рубки догляду мають на меті вирощування високопродуктивних, економічно цінних насаджень. Вони включають регулярну вирубку дерев для покращення видового та породного складу покращення якості, продуктивності та морфологічної стабільності, скорочення терміну дозрівання деревини, посилення водоутримуючих та захисних функцій, а також покращення інших корисних характеристик лісу. Рубки догляду можна додатково класифікувати на: проріджування (формування насаджень з бажаним складом та густотою), прочищення (забезпечення складу та рівномірного розподілу основних порід дерев у насадженні та коригування пропорцій кожного виду), проріджування (створення умов для формування стовбурів та крон вищих дерев) та суцільні рубки (спрямовані на сприяння росту вищих дерев, покращення складу та структури насаджень, а також підвищення стійкості насаджень). Санітарні рубки використовуються для запобігання шкідникам та хворобам, а також для раціонального використання пошкодженої деревини. Ці методи спрямовані на вирубку мертвих, ослаблених та хворих дерев, які служать розсадником шкідників та грибкових захворювань, які потім можуть поширюватися на здорові дерева.

Лісовідновлювальні рубки – це комплексний метод рубки, що поєднує

елементи рубок основного користування та рубок догляду. Його метою є відновлення захисних, водоутримуючих та багато корисних інших функцій лісу, захист біорізноманіття, а також підтримка та формування складної видової, стратифікаційної та вікової структури. Трансформаційні рубки – це комплексний метод рубки, метою якого є поступове перетворення одновікових монокультур на змішані, багатоярусні насадження різного віку. Він застосовується до всіх типів лісів та вікових груп насаджень, поєднуючи вирубку окремих дерев зі сприянням природному відтворенню лісу за умов сталого розвитку лісів.

Перегорання, пов'язане з відновленням малоцінних саджанців та похідних насаджень (далі – відновлювальні рубки), має на меті замінити малоцінні та похідні саджанці цільовими породами дерев у поєднанні з впровадженням заходів з відновлення насаджень. Ландшафтні рубки мають на меті створення лісопаркових ландшафтів, підвищення естетичної, оздоровчої та стабільної цінності рекреаційних та оздоровчих лісів, лісів з історико-культурним використанням та рекреаційних зон у національних та регіональних парках.

Лісоформування та оздоровчі рубки реалізуються таким чином, щоб не спричинити ерозію ґрунту, не пошкоджувати дерева, що залишилися, усувати негативний вплив на лісовий та водний стан, а також забезпечувати поступове відновлення лісів для формування насаджень, близьких до природних лісів. Підтримка стабільності лісового насадження має вирішальне значення. Організовані лісогосподарські операції для різних цілей вимагають вирубки дерев. Для вирубки використовуються спеціалізовані інструменти, такі як сокири, пили або машини, такі як бензопили. Цей процес називається лісозаготівлею. У більшості випадків лісозаготівля здійснюється для заготівлі деревини. Це відбувається під час первинної фази використання лісу і називається первинною лісозаготівлею або лісозаготівлею головного використання. Первинна лісозаготівля зазвичай відбувається у зрілих або густо зарослих насадженнях. Її

основною метою є отримання технічно зрілої деревини. Іноді під час первинної лісозаготівлі також необхідно вирішити питання заміни старих і часто порушуваних насаджень на ті, що мають вищу економічну цінність або кращі захисні властивості. Залежно від типу лісу, стану лісової рослинності, біологічних характеристик деревних порід, складу та структури насадження, підліскової рослинності економічно важливих деревних порід та інших характеристик лісової ділянки, використовуються різні методи лісозаготівлі, включаючи вибірккову лісозаготівлю, поступову лісозаготівлю, комбіновану лісозаготівлю та суцільну лісозаготівлю.

Системи вибіркового лісозаготівлі – це серія заходів, спрямованих на покращення, формування та відновлення лісових насаджень. Вони характеризуються періодичною вирубкою окремих дерев або груп дерев, таких як ті, що погано ростуть, зарослі, стиглі, повільно ростуть або перешкоджають природному відновленню. Завдяки системам вибіркового лісозаготівлі ліси можуть зберігати та максимізувати свої водозберігаючі, захисні та інші корисні функції. Лісова площа завжди вкрита рослинністю. Прогресивні системи лісозаготівлі – це серія заходів, спрямованих на захист та використання раніше відновлених дерев і сприяння природному відновленню в період між лісозаготівлями. Вони характеризуються багаторазовими вирубками насадження. Прогресивні системи лісозаготівлі використовують кілька методів лісозаготівлі: рівномірний прогресивний, спільний прогресивний та смуговий прогресивний. Комбіновані системи лісозаготівлі – це серія заходів, що поєднують елементи прогресивної та вибіркової систем лісозаготівлі. Системи безперервного лісозаготівлі стосуються вирубки всього насадження, але зі збереженням дерев та чагарників, які потребують захисту[2].

2.4 Методика проведення досліджень

Кілька ключових факторів сприяють швидшому росту розсади та вищій стандартній врожайності. Ці фактори включають температуру, вологість ґрунту та якість повітря. Температура, вологість та концентрація

вуглецю в повітрі та ґрунті зазвичай вищі в теплицях, ніж у відкритих середовищах. Хоча інтенсивність світла дещо нижча, теплиці забезпечують кращий захист розсади від суворих погодних умов, таких як весняні заморозки та посухи. Теплиці також створюють умови, сприятливіші для регулювання вмісту вологи та поживних речовин у субстраті.

Використання закритого ґрунту для вирощування розсади значно скорочує цикл росту розсади через більш ранні терміни посіву. Швидкість проростання насіння вища, коли його покривають ґрунтом. Цей метод також збільшує стандартну врожайність розсади та скорочує цикл росту. Стандартні або мобільні теплиці, що використовуються для вирощування розсади, зазвичай покриваються поліетиленом або склом. Теплиці поділяються на зимові та літні. Зимові теплиці використовуються цілий рік, тоді як літні теплиці використовуються навесні, влітку та восени. Теплиці можуть бути обладнані або не обладнані опаленням, а їхній мікроклімат може бути штучним, природним або поєднанням обох. Для любителів садівництва найзручнішим варіантом є велика стаціонарна цегляна або арована теплиця. Ці теплиці дозволяють механізувати більшість технічних операцій та автоматизувати керування системою, забезпечуючи таким чином оптимальні гідротермічні умови для росту рослин.

Успіх вирощування посадкового матеріалу в теплицях великою мірою залежить від рівномірного вибору місця для теплиці та якості субстрату. В ідеалі теплицю слід будувати на рівній, добре дренованій ділянці землі з пухким ґрунтом поблизу джерела води. Найефективнішим субстратом для розсади в теплицях є суміш частково розкладеного верхнього шару ґрунту з мінеральними добривами. У деяких випадках також можна використовувати легку суміш торфу та ґрунту, додаючи за потреби вапно та мікроелементи. Ідеальний субстрат для посадки має бути пухким і добре аерованим, вільним від насіння бур'янів та грибкових збудників. Під час створення грядок слід використовувати попередньо підготовлений субстрат, з грядками висотою не менше 10 см, шириною від 0,9 до 1,2 метра та відстанню між ними 0,3

метра. Вирощування розсади в приміщенні включає не лише підготовку субстрату, а й посів, регулярний полив, регулювання вентиляції для контролю температури та вологості, розпушування ґрунту, прополювання та боротьбу з грибковими захворюваннями. Крім того, перед пересадкою у відкритий ґрунт розсаду необхідно удобрити та загартувати. Середня температура повітря на момент посіву становить 7-8°C, а температура ґрунту – 5-6°C. Посів по борознах є оптимальним способом посіву, що зменшує середню норму висіву на 50% порівняно з посівом у відкритий ґрунт. Потім насіння слід покрити шаром торфо-тирсової суміші товщиною 1-1,5 см.

Під час проростання насіння та вкорінення розсади культуру потрібно щодня поливати. Коли розсада дозріває та починає покриватися субстратом, частоту поливу слід зменшити до одного разу на 2-3 дні з червня по липень та одного разу на тиждень з середини серпня. Частоту поливу слід зменшити в прохолодну, дощову погоду. Основним фактором, що визначає частоту поливу, є вологість субстрату, яку слід підтримувати на рівні 70% від максимальної вологості. Протягом періоду акліматизації розсади полив не потрібен. Для найкращих результатів полив слід проводити вранці за допомогою обприскувача або крапельного зрошення. Хороша вентиляція, відносна вологість повітря 75-85% та температура 20-30°C – ідеальні умови для росту розсади. Протягом вегетаційного періоду субстрат слід розпушувати один або два рази. Прополювання зазвичай не потрібне, якщо субстрат підготовлено належним чином. Під час вегетаційного періоду розсада потребує кількох позакореневих підживлень. Зокрема, рекомендується 3-4 підживлення. Перші три підживлення слід проводити в першій половині літа, використовуючи 0,2% розчин сечовини та 0,5% розчин суперфосфату. Четверте, останнє підживлення, має використовувати 0,5% розчин сульфату калію для підготовки рослин до майбутньої осені та зими. Рекомендоване дозування для кожного підживлення становить 1 літр на квадратний метр. Важливо зазначити, що підвищена вологість повітря, підвищення температури та надмірна густота розсади можуть створювати

сприятливі умови для грибкових захворювань. Для запобігання таким захворюванням слід вживати таких заходів, як дезінфекція, обробка субстрату, обробка насіння та використання фунгіцидів. Загартовування розсади слід розпочинати в серпні. Для сприяння здерев'янінню посадкового матеріалу можна додати 0,5% розчин сульфату калію, одночасно зменшуючи вентиляцію, щоб збільшити вміст вуглекислого газу в повітрі. Після цього вентиляцію можна поступово збільшувати, і відповідно відкривати теплицю. Після того, як стовбури повністю здерев'яніють і сформується верхівкові бруньки, теплицю можна повністю відкрити. Навесні, після того, як торф'яний субстрат розтане, розсаду слід викопати. Перед початком наступного посадкового сезону теплицю та її приміщення слід продезінфікувати розчином вапна. За необхідності субстрат слід замінити.

Дослідження проводилося в теплиці, спеціально розробленій для літніх умов, покритій поліетиленовою плівкою. Розміри теплиці становили 30 метрів завдовжки, 3,5 метра завширшки та 2,5 метра заввишки. Серію експериментів було проведено на саджанцях сосни звичайної протягом вегетаційного періоду. Перед посівом насіння сосни звичайної замочували в 0,3% розчині консерванту для стерилізації та стимулювання росту. Посів проводили на початку квітня рядковим методом, використовуючи суміш торфу та поживного компосту (рН=5,5), з нормою висіву 1,5 грама насіння на метр та глибиною посіву 1,0 см. Протягом вегетаційного періоду теплицю поливали за потреби, зазвичай 2-3 рази на тиждень, причому кожен полив забезпечував 4-7 літрів на квадратний метр. Насіння сосни звичайної ретельно висівали вручну в ґрунт теплиці, з рядами шириною 2 см та відстанню між ними 15 см. Щоб дотриматись оптимальних біологічних та економічних вигод рекомендована щільність посіву в теплиці становила 950-1000 саджанців на квадратний метр, чого можна було досягти, висіваючи 230-260 насінин на метр. Зазвичай у лісовому господарстві використовується норма висіву 300 насінин на метр, але це часто призводить до

зниження якості розсади та зменшення врожайності стандартних саджанців. Щоб перевірити це, ми використовували три різні норми висіву: 200, 250 та 300 насінин на квадратний метр, що еквівалентно 1,8 грамам, 2,4 грамам та 3,0 грамам насіння відповідно.

Субстрат для теплиці був підготовлений заздалегідь. Як субстрат ми використовували вільховий ґрунт з рН 5,0. Після просіювання ґрунту його укладали шаром товщиною 30-40 см. Потім додавали шар піску товщиною 5-10 см та обробляли вручну. Під мотузками, паралельно теплиці, сформували два невеликих гряди, шириною 0,8-0,9 метра та глибиною 0,3 метра.

У 2023 році ми вирощували саджанці сосни звичайної, використовуючи попередньо підготовлене покращене насіння в лісовому селекційному та насінневому цеху. Для посіву ми використовували стандартне насіння сосни 1 сорту, отримане з лісового відділу. Перед посівом ми зволожували посівні смуги бордоською рідиною з розрахунку 0,5 літра на метр. На дослідних ділянках ми сіяли вручну згідно з експериментальним протоколом. В інших зонах теплиці ми використовували стандартну норму висіву 3,0 грами (або 300 насінин) на метр. Відразу після посіву ми встановили систему зрошення та проводили крапельний полив. На стадії ембріонального розвитку, коли насіння сухе, найважливішим фактором є достатні запаси поживних речовин для підтримки зародка до появи відповідних умов для проростання. За допомогою програмного забезпечення MS Office Excel та проводили статистичний аналіз результатів за методикою, описаною в методичці.

Метою розсадника є вирощування саджанців найвищої якості, які можуть процвітати в умовах заліснення. Одним з ефективних методів є вирощування саджанців у приміщенні. Для цього потрібні теплиці, накриті поліетиленовою плівкою. Основними критеріями для будівництва теплиць є їхня стійкість до сильних вітрів та простота використання. Порівняно з вирощуванням у відкритому ґрунті, вирощування розсади в теплицях з поліетиленовою плівкою пропонує численні переваги. До цих переваг належить можливість сіяти на два тижні раніше, що зменшує кількість насіння на метр

посівної борозни на 30-40%. Показники проростання ґрунту також збільшуються в 3-5 разів, що призводить до збільшення врожайності розсади з одиниці площі в 4-7 разів та подовження періоду росту розсади на кілька тижнів. Крім того, збільшується інтенсивність фотосинтезу, а транспірація зменшується. Період росту стандартної розсади скорочується на один рік, а вартість вирощування однорічної тепличної розсади становить лише вдвічі менше, ніж при вирощуванні у відкритому ґрунті. Поліетиленові теплиці також можуть виробляти втричі більше розсади з тієї ж кількості насіння порівняно з вирощуванням у відкритому ґрунті.

Для успішного вирощування хвойної розсади в теплиці необхідно дотримуватися кількох умов. Ранній посів, належний догляд, достатній полив та контрольоване середовище в теплиці є важливими, але вибір субстрату має першочергове значення. Оптимальним субстратом є торф, товщина якого може змінюватися залежно від виду розсади. Для однорічних саджанців ялини висотою 7,6 -8,1 см та діаметром 1,1-1,2 мм достатньо шару торфу товщиною 5 см. Однак для саджанців сосни та модрина потрібен шар торфу не менше 10 -15 см. Однорічні саджанці сосни можуть досягати висоти 17,9 см, а саджанці модрина – 23,6 см, з діаметром кореневої шийки 2,7 мм та 3,1 мм відповідно. За цих умов саджанці сосни та сибірської модрина можуть рости в теплиці протягом одного року. Європейській ялині, навпаки, потрібно два роки росту (другий рік без поліетиленової плівки), щоб досягти необхідних стандартів росту.

В Україні, особливо в лісостепових та степових регіонах, дедалі популярнішою стає практика вирощування однорічних саджанців хвойних порід у літніх поліетиленових теплицях з використанням супіщаного або піщаного ґрунту як субстрату. Основною причиною цієї тенденції є дефіцит торфу. Однорічні саджанці сосни звичайної можуть ефективно рости на цьому субстраті за умови належного та своєчасного виконання основних агрономічних умов. Наступна мета – оптимізація розвитку кореневої системи.

Вирощування саджанців європейської ялини в піщаному субстраті в теплиці є складним завданням. Навіть з торфом та локальним внесенням мінеральних добрив у посівні борозни, ці саджанці не досягають своїх стандартних розмірів протягом одного вегетаційного періоду. Згідно з літературними даними, наразі немає інформації про вирощування сибірської модрини або європейської модрини в літніх поліетиленових теплицях України. Рекомендації щодо посіву в теплицях залежать від унікальних кліматичних умов кожного географічного місця. Температура ґрунту є вирішальним фактором проростання насіння. За даними Маттіса Г.Я., посів рекомендується проводити, коли температура ґрунту досягає 5 -10°C. Відповідна густина посадки саджанців залежить від очікуваного результату росту.

Для забезпечення оптимального росту та розвитку саджанців подальший догляд включає виконання таких завдань: провітрювання теплиці для забезпечення хорошої циркуляції повітря; полив для забезпечення необхідної вологи; добрива для поповнення потреб у поживних речовинах; прополювання для видалення небажаних рослин; та розпушування ґрунту для створення відповідного середовища для росту культури.

Метою цих заходів догляду є створення найсприятливіших умов навколишнього середовища на кожному етапі росту та розвитку саджанців. Коли розсаду вирощують у закритих умовах, її розмір часто значно перевищує стандартний. Найповнішими біометричними показниками, що точно відображають якість розсади, є співвідношення ваги коренів до надземної ваги, а також діаметр і висота стовбура. Дослідження показали, що цей метод зволоження краще регулює мікрокліматичні умови. Завдяки штучному розпиленню високі температури більше не впливають негативно на рослини; насправді, це сприяє фотосинтезу, тим самим значно збільшуючи розмір посадкового матеріалу. Це, у свою чергу, підвищує врожайність стандартних сіянців.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У теплиці насіння сосни звичайної висівали вручну смугами шириною 2 см з довжиною між смугами 15 см. Ідеальна біологічна та економічна щільність для однорічних саджанців сосни коливається від 950 до 1000 саджанців на квадратний метр, що відповідає 230-260 насінинам на метр. Тим не менш, лісогосподарські підприємства зазвичай висівають 300 насінин на метр. Це часто призводить до пересіву, що знижує якість розсади та кількість стандартних саджанців. Для оцінки цього в цьому експерименті одночасно випробували три норми висіву: 200, 250 та 300 насінин на квадратний метр, що дорівнює 1,8 г, 2,4 г та 3,0 г відповідно. Перед посівом готували субстрат для теплиці, що складався з вільхового ґрунту з рН 5,0.

Після просіювання ґрунт розкидали шаром товщиною 30-40 см, покривали шаром піску товщиною 5-10 см, а потім обробляли вручну. Під мотузкою було побудовано два невеликих гряди шириною 0,8-0,9 м з каналом шириною 0,3 м посередині.

Потім ці гряди були розташовані вздовж стін теплиці. Для посіву використовувалося насіння сосни звичайної 1 сорту, отримане з лісництва. Перед посівом посівні смуги обробляли бордоською рідиною з розрахунку 0,5 літра на метр. Насіння висівали вручну згідно з протоколом дослідної ділянки. Решту площ теплиці засівали зі стандартною нормою 3,0 грами (300 насінин) на квадратний метр.

Після посіву було встановлено систему зрошення та розпочато крапельне зрошення. На ембріональній стадії (тобто на стадії сухого насіння) основною проблемою була недостатня величині поживних речовин, для підтримки сіянців до досягнення ідеальних умов проростання. Оптимальними умовами для проростання насіння були температура повітря 14-16°C та вологості повітря та ґрунту на рівні 75-80%. У тепличних умовах ці фактори регулювалися, що дозволяло здоровим сходам з'являтися протягом 10-15 днів. Спостереження показали, що щільність посіву не

впливала на проростання насіння (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Схожість насіння сосни звичайної залежно від норми висіву

Норма висіву насіння, шт./м	Кількість рослин, шт./м	Схожість, %
200	184	92
250	235	94
300	273	91

Момент проростання насінневого корінця означає початок стадії ембріонального розвитку. У життєвому циклі деревних рослин стадія ембріонального розвитку, яка охоплює проростання насіння та формування пагона, є найважливішою. Розвиток пагона можна розділити на кілька стадій: проростання пагона, формування справжньої хвої, розвиток кінцевої бруньки та початок розгалужування.

Спостерігаючи за ростом рослин, ми визначили такі стадії: Стадія 1 — від посіву до появи численних пагонів; Стадія 2 — від появи численних пагонів до повного вкорінення (вкорінення в пиляках) та остаточного формування справжнього хвойного дерева; Стадія 3 — характеризується швидким ростом та формуванням пагонів. Час від посіву до появи пагонів не залежав від кількості насіння. Пагони у всіх експериментальних групах проростали протягом 7–8 днів. Крім того, хвойним саджанцям у всіх групах знадобилося приблизно 35 – 36 днів, щоб досягти повного розвитку після масових сходів.

Біологічні характеристики саджанців сосни звичайної, особливо висота, діаметр кореневої шийки та довжина кореневої системи, є важливими для якості саджанців та їх приживлюваності під час посадки.

Ці параметри повинні відповідати стандарту для досягнення найкращих результатів. Згідно зі стандартом, саджанці сосни першого класу повинні бути заввишки не менше 15 см, мати діаметр між стеблом і коренем не менше 3 мм та довжину кореня не менше 20 см (табл. 3.2).

Розвиток рослин сосни звичайної залежно від норми висіву насіння

Норма висіву насіння, шт./м	Висота сіянців, см	Діаметр кореневої шийки, мм	Довжина кореневої системи, см
200	19,2	2,8	22,5
250	16,7	2,4	19,3
300	15,4	1,3	17,2
НІР05	1,1	0,2	1,3

Ці параметри повинні відповідати стандарту для досягнення найкращих результатів. Згідно зі стандартом, саджанці сосни першого класу повинні бути заввишки не менше 15 см, мати діаметр між стеблом і коренем не менше 3 мм та довжину кореня не менше 20 см.

Сіянці сосни 2-го класу повинні бути заввишки не менше 10 см, від 2 до 3 мм діаметром кореневої шийки та довжиною кореня 15-20 см. Найвищі значення всіх біологічних характеристик, особливо висоти рослин, спостерігалися у саджанців, висаджених з найменшою густрою (200 саджанців/м²). Згідно з таблицею 3, діаметр кореневої шийки становив 19,2 см.

Довжина кореня становила 22,5 см, а діаметр кореня – 2,8 мм. Розсада, висаджена з густрою 250 рослин/м², була дещо меншою, але все ж відповідала стандарту, маючи діаметр 16,7 см та довжину 2,4 мм. Як показано в таблиці 3, розсада, висіяна з нормою висіву 300 рослин/м², показала найнижчі біологічні характеристики: висота рослин становила 15,4 см, ширина рослини – 17,2 см, а товщина – 1,3 мм. За найвищої норми висіву діаметр кореневої шийки розсади не відповідав стандарту, довжина розсади становила 19,3 см (табл. 3.3).

Лінійні показники сіянців сосни звичайної залежно від норми висіву насіння

Норма висіву насіння, шт./м	Висота сіянців, см	Діаметр кореневої шийки, мм	Довжина кореневої системи, см
200	19,2	2,8	22,5
250	16,7	2,4	19,3
300	15,4	1,3	17,2
НІР05	1,1	0,2	1,3

З біологічної та економічної точки зору, оптимальна густина посадки однорічних саджанців сосни в теплиці становить від 950 до 1000 саджанців на квадратний метр. В експерименті було зібрано відповідно 184, 230 та 260 саджанців сосни звичайної на квадратний метр, що дорівнює 920, 1150 та 1300 саджанцям на квадратний метр (табл 3.4).

Результати показали, що найвища густина посадки дала найбільшу кількість саджанців, тоді як найнижча густина дала найменшу кількість саджанців. Однак не всі саджанці досягли стандартного розміру щонайменше 2 мм у діаметрі кореневої шийки. Тому для максимізації врожаю стандартного посадкового матеріалу на квадратний метр необхідна густина посадки від 250 до 904 саджанців на квадратний метр.

Врожайність дещо знизилася при найнижчій густоті посадки 823 саджанці на квадратний метр і була найнижчою при найвищій густоті 421 саджанець на квадратний метр. Урожайність стандартних саджанців становила 89,5% від загальної кількості саджанців, перевищуючи мінімальну норму висіву. І навпаки, урожайність була трохи нижчою за середню норму висіву 78,9%, тоді як найнижча врожайність була зафіксована за найвищої норми висіву 32,4%. Найкраща врожайність стандартних саджанців сосни була досягнута за норми висіву 200 саджанців/м² та 250 саджанців/м² (табл. 3.4)

**Вихід стандартних сіянців сосни звичайної залежно від
норми висіву насіння**

Норма висіву насіння, шт./м	Загальний вихід сіянців, шт./ м ²	Вихід стандартних сіянців	
		шт./ м ²	%
200	920	823	89,5
250	1150	904	78,6
300	1300	421	32,4
НІР05	-	29,2	-

Урожайність стандартних саджанців становила 89,5% від загальної кількості саджанців, перевищуючи мінімальну норму висіву. І навпаки, урожайність була трохи нижчою за середню норму висіву 78,9%, тоді як найнижча врожайність була зафіксована за найвищої норми висіву 32,4%. Найкраща врожайність стандартних саджанців сосни була досягнута за норми висіву 200 саджанців/м² та 250 саджанців/м².

Зі збільшенням норми висіву доступність поживних речовин для росту рослин зменшувалася. Це призвело до скорочення періоду росту та швидшого досягнення стандартної висоти. На ранніх стадіях росту норма висіву суттєво не впливала на швидкість росту рослин. Хоча густота рослин не впливала на швидкість проростання насіння, вона впливала на лінійні індекси. Найвищі лінійні індекси були зафіксовані за найнижчої густоти, далі – за середньої норми висіву, а найнижчі – за найвищої норми висіву.

ВИСНОВКИ

1. Лісовідновлювальні заходи здійснюються на основі національних проектів та планів, пріоритет надається розвитку високопродуктивних лісів, що складаються з економічно цінних дерев та чагарників, з використанням ефективних технологій у встановлені терміни. У районах з відповідними екологічними та ґрунтовими умовами основна увага приділяється відновленню природних лісів.

2. Такий підхід дозволяє швидко розвивати ліси, які є одночасно високопродуктивними та екологічно сталими, одночасно знижуючи витрати. Після проведення комплексного обстеження щонайменше за рік до посадки, довгострокові користувачі та власники лісів розробляють плани заліснення для кожної ділянки.

3. Методи обробітку ґрунту, що використовуються, повинні створювати оптимальні умови для росту та виживання дерев. Перед посадкою або посівом саджанці та насіння можна обробити, щоб підвищити їхню стійкість до посухи та шкідників, сприяти росту та покращити рівень виживання. Терміни посадки слід планувати таким чином, щоб максимізувати виживання та збереження лісових культур.

4. У діапазоні досліджуваних норм висіву найвищий урожай стандартного садивного матеріалу спостерігався за норми висіву 250 рослин/м². Дещо нижчий урожай спостерігався за найнижчої норми висіву 200 рослин/м², а найнижчий – за найвищої норми висіву 300 рослин/м². Одночасно відсоток отриманих стандартних саджанців був найвищим за найнижчої норми висіву, найнижчим – за середньої норми висіву та найнижчим – за найвищої норми висіву.

5. За цих норм висіву отримано найбільший вихід стандартного садивного матеріалу з високими лінійними показниками і показниками якості. Первинна перевага садивного матеріалу, отриманого за такої норми висіву, забезпечить йому більшу життєздатність на лісокультурній площі.

РЕКОМЕНДАЦІЇ

З огляду на результати досліджень з вирощування однорічних сіянців сосни звичайної у плівковій теплиці пропонуємо висівати насіння нормою 250 і 200 шт./м.

ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

1. Адаптація сосни звичайної до змін клімату: новітні технології. Вісник екології та лісівництва. 2021. Т. 10. С. 33-40.
2. Види лісових культур сосни звичайної та їх оптимізація в умовах України. Лісове господарство. 2020. Т. 21. С. 110-118.
3. Вплив агротехнічних заходів на якість садивного матеріалу сосни звичайної. Лісова продукція. 2019. Т. 22. С. 70-79.
4. Вдосконалення технології вирощування лісових культур сосни звичайної в умовах змін клімату. Лісівничі наукові праці. 2022. Т. 25. С. 97-103.
5. Гудзяк В. І. Лісівництво: підручник для вищих навчальних закладів. Львів: Сполом, 2013.
6. Грищенко О. В. Вплив кліматичних умов на вирощування сосни звичайної в Україні. Лісова екологія. 2020. Т. 17. С. 115-122.
7. Генетичні особливості сосни звичайної та їх роль у вирощуванні садивного матеріалу. Лісівництво і лісова промисловість. 2021. № 4. С. 34-41.
8. Генетика лісових культур, за ред. В. В. Курбатова. Київ: Вища школа, 2017.
9. Дослідження екологічних особливостей сосни звичайної для її вирощування в лісових господарствах. Лісова екологія. 2020. Т. 18. С. 150-159.
10. Жовтобрюх Л. М. Вплив агротехнічних заходів на рост і розвиток садивного матеріалу сосни звичайної. Вісник лісівництва. 2022. Т. 24. С. 4149.
11. Жукова І. В. Вирощування лісових культур в умовах лісових господарств Сумщини. Суми: СумДПУ, 2019.
12. Іванова І. В. Екологічні умови вирощування сосни звичайної в різних регіонах України. Вісник екології. 2021. № 6. С. 79-86.
13. Костюк С. В. Генетичне поліпшення сосни звичайної: методи та досягнення. Харків: Нова культура, 2016.

14. Лісівництво України: підручник за ред. Ю. В. Яренька. Київ: Урожай, 2015.
15. Лісові ресурси України: стан та перспективи за ред. В. М. Мельника. Київ: Наукова думка, 2021.
16. Лісівничі інвентаризації та їх роль у розвитку лісового господарства. Суми: Сумське обласне управління лісового та мисливського господарства, 2021.
17. Лісівництво: теоретичні основи та технології за ред. В. О. Лобанова. Харків: Фоліант, 2017.
18. Лісівництво: підручник за ред. В. П. Кушніра. Львів: Сполом, 2016.
19. Лісові господарства України: аналіз та перспективи. Київ: Державне підприємство «Лісова Україна», 2019.
20. Лісовий кадастр України: методи та практика використання. Київ: Наукова думка, 2018.
21. Лісове господарство та екологія лісових масивів Сумщини. Екологія і лісівництво. 2021. № 5. С. 58-67.
22. Лісова енциклопедія України за ред. І. І. Микитенка. — Київ: Наукова думка, 2020.
23. Лісівництво: основи агротехніки лісових культур, за ред. П. А. Дьякова. Харків: Фоліант, 2020.
24. Лісівництво та управління лісовими ресурсами в Україні. Академперіодика, 2019.
25. Лісовідтворення, агролісомеліорація, фітомеліарація <https://forestryforestmelioration.org.ua/index.php/ioumal/article/view/335/308> (дата звернення 15.11.2024).
26. Лисенко, П. Ю. Екологічні умови росту сосни у піщаних ґрунтах. *Екологічні дослідження*, 2021, № 3, с. 56–64.
27. Міжнародний досвід у вирощуванні лісових культур сосни

звичайної. Лісовий журнал. 2020. Т. 12. С. 56-63.

28. Міжнародний досвід вирощування хвойних лісових культур. Журнал лісівництва. 2020. № 7. С. 89-94.

29. Методика вирощування сосни звичайної в умовах північної частини України. Наукові праці з лісівництва. 2022. Т. 19. С. 72-80.

30. Нормативні документи щодо вирощування та зберігання садивного матеріалу лісових культур. — Київ: Держлісагентство України, 2022.

31. Патон О. А. Технології вирощування лісових культур сосни звичайної в умовах центральної України. Київ: Наукова думка, 2020.

32. Природоохоронні заходи у лісовому господарстві України. Київ: Техніка, 2021.

33. Петренко, Ю. П. Використання гумінових речовин у соснових розсадниках. *Лісове господарство*, 2018, № 4, с. 22–29.

34. Рекомендації щодо вирощування садивного матеріалу хвойних дерев в умовах України. Лісовий журнал. 2021. Т. 14. С. 52-5

35. СУМСЬКЕ ЛГ ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ»
<https://n.forestgov.ua/pereHk-zaxodiv-z-poHrshennyia-samtamogo-stanu-ЩЩ/sumska-oblast/sumske-lg-dp-lisi-ukra%D1%97pi/> (дата звернення 17.11.2024)

36. Система лісового господарства України: відновлення та вирощування лісових культур. Київ: Академперіодика, 2021.

37. Стандарти для лісових культур: садивний матеріал сосни. Київ: Державне агентство лісових ресурсів України, 2020.

38. Стандарти на садивний матеріал для лісових культур. Київ: Держлісагентство України, 2018.

39. Сучасні підходи до вирощування лісових культур сосни звичайної в умовах України. Вісник лісівництва. 2019. Т. 23. С. 47-59.

40. Технологія вирощування лісових культур за ред. В. І. Гудзяка.

Львів: Сполом, 2017.

41. Технології розмноження хвойних дерев за ред. С. А. Володько. Київ: Урожай, 2018.
42. Технології вирощування сосни звичайної в умовах лісового господарства. Лісовий журнал. 2020. Т. 13. С. 88-96.
43. Технологія лісового господарства: відновлення та збереження лісів. — Київ: Урожай, 2019.
44. Хрик В.М., Кімейчук І.В. Кімейчук Лісівництво: навч. посіб. для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 205 «Лісове господарство» Біла Церква, 2021. 444 с.
45. Шевченко В. О. Сучасні методи розмноження хвойних дерев Лісівництво. 2020. № 1. С. 35-42.
46. Burgess, T. I., & Wingfield, M. J. (2018). *Forest Pathology: From Genes to Landscapes*. Springer.
47. Müller-Starck, G., & Pritsch, K. (2015). *Forest Tree Seed Production and Provenance Research*. Springer.
48. Pohjanmies, T., & Heinonen, T. (2016). *Seedling production of pine species: advances in nursery technologies*. Scandinavian Journal of Forest Research..
49. Thomas, S. C., & Gower, S. T. (2017). *Forest Ecosystems: Concepts and Management*. Academic Press.
50. Tian, S., & Liao, X. (2019). *Effects of Environmental Conditions on Growth of Pine Seedlings in Forestry Nurseries*. Forest Ecology and Management, 434, 34-42.