

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології
Кафедра лісівництва, лісових культур та таксації лісу
Кваліфікаційна робота на правах рукопису

МЕЛЬНИК Юрій Дмитрович

УДК 630*23

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ДОСВІД ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ У ДП
“ЄМІЛЬЧИНСЬКЕ ЛГ”
205 «Лісове господарство»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____Ю.Д. Мельник

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Турко В.М.

(прізвище, ім'я, по батькові)

К.с.-г.н, доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

Висновок кафедри лісівництва, лісових культур та таксації лісу

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри _____

№ 4 від «23» 11 2022 р.

Завідувач кафедри лісівництва, лісових культур та таксації лісу

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище ,ім'я, по батькові)

«23» 11 2022 р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти _____ захистив (ла)

(прізвище ,ім'я, по батькові)

кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище ,ім'я, по батькові)

АНОТАЦІЯ

Мельник Ю.Д. Досвід лісовідновлення соснових деревостанів У ДП «Ємільчинське ЛГ». - Кваліфікаційна робота на правах рукопису

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 205 – лісове господарство. – Поліський національний університет, Житомир, 2022.

Проведено аналіз лісовідновного процесу на зрубках після проведення суцільних рубок у соснових деревостанах. Наведено типові схеми змішування та схеми посадки лісових культур сосни звичайної у найбільш поширених типах лісорослинних умов. Визначено успішність природного поновлення цільових порід у найбільш поширених лісорослинних умовах. Визначено якість лісових культур та природного поновлення.

Ключові слова: природне поновлення, лісові культури, типи лісорослинних умов, сіянці, схема посадки і схема змішування.

ANNOTATION

Melnyk Yu.D. Experience of reforestation of pine stands at SE «Yemilchyn Forestry» - Manuscript qualification work

Qualification work for the master's degree in specialty 205 - forestry. - Zhytomyr Polissya National University, Zhytomyr, 2022.

An analysis of the reforestation process in clear-cuts after principal felling in pine stands was carried out. Typical mixing schemes and schemes of planting Scots pine forest trees in the most common types of forest vegetation conditions are given. The success rate of natural regeneration of the target species in the most common forest vegetation conditions has been determined. The quality of forest crops and natural regeneration is determined.

Keywords: natural renewal, forest crops, site conditions, seedlings planting scheme and mixing scheme.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Вступ | 4 |
| РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ В УМОВАХ ДП «ЄМІЛЬЧИНСЬКЕ ЛГ» | 6 |
| РОЗДІЛ 2. СВІТОВИЙ ДОСВІД ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ ЛІСІВ БОРЕАЛЬНОЇ ЗОНИ | 12 |
| РОЗДІЛ 3. ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ НА ЗРУБАХ В УМОВАХ ЄМІЛЬЧИНСЬКОГО ЛІСНИЦТВА ДП «ЄМІЛЬЧИНСЬКЕ ЛГ» | 19 |
| Висновки | 31 |
| Список літератури | 33 |

ВСТУП

Актуальність теми дослідження

Лісовідновлення – це один із найважливіших лісогосподарських заходів, який є відображенням лісоінженерної майстерності. Вміння правильно підібрати склад майбутнього насадження у певних лісорослинних умовах, знаючи досвід поколінь у лісовирощуванні на разі є недостатнім. Неабияке значення при сучасному лісовирощуванні має вміння лісівників орієнтуватися на сучасні виклики, які ставить не лише суспільство із постійнозростаючими потребами у деревини та інших корисних властивостях лісів, але й сама природа, котра в силу певних еколого-кліматичних змін вносить подекуди істотні зміни в процес лісовирощування. Всі ці виклики інженер лісового господарства повинен вміло приймати, проєктуючи не лише високопродуктивні і цінні в економічному плані ліси, але й стійкі лісові екосистеми, які десятиліття приносять користь суспільству.

Мета та завдання роботи.

Основною метою магістерського дослідження є аналіз досвіду лісовідновлення соснових лісів у ДП «Ємільчинське ЛГ».

Для досягнення мети було передбачено виконання наступних завдань:

1. Проаналізувати європейські і світові практики щодо лісовідновлення у зоні бореальних лісів.
2. Дослідити регіональні особливості проведення лісовідновних заходів.
3. Проаналізувати лісорослинні умови і лісовідновний потенціал лісових ділянок підприємства.
4. Здійснити аналіз показників штучного та природного лісовідновлення на підприємстві.
5. Дослідити успішність природного поновлення на зрубках переважаючих типах лісорослинних умов

Об'єкт досліджень: лісовідновлення на зрубках в умовах ДП «Ємільчинське ЛГ».

Предмет досліджень: показники штучного та природного лісовідновлення у соснових лісах.

Методи досліджень: було використані методи лісівничо-таксаційні для здійснення аналізу за лісотаксаційними параметрами насаджень, лісотипологічні для дослідження типологічної структури лісів та відповідності складу насаджень корінним деревостанам, аналітично-статистичний для математично-статистичного опрацювання даних та належної інтерпретації результатів, польовий для належного виконання польового етапу досліджень.

Перелік публікацій автора за темою дослідження. По матеріалах виконаних досліджень було одноосібно опубліковано 1 наукова праця, а також 2 праці у співавторстві:

1. Iryna Siruk, Viktoriia Kuchynska, Melnyk Yurii, Oleksandra Kozova. Determination of ecosystem services of European larch using the i-Tree Eco model. Sustainable Development in Wartime Ukraine and the World. Prague, Czech Republic 25 November, 2022

2. Сірук Ю.В., Бабицький В.В., Мельник Ю.Д. Рубки головного користування в лісах України. «Водні і наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття: Збірник наукових праць». Житомир: Поліський національний університет, 2022. С. 28.

3. Мельник Ю.Д. Досвід штучного лісовідновлення деревостанів у ДП «Смільчинське ЛП». Ліс, наука, молодь: матеріали X Всеукр. наук.-практ. конф. (24 листопада 2022 р.). – Житомир: Поліський національний університет, 2022. С. 94.

Практичне значення одержаних результатів. Визначено успішність природного поновлення цільових порід у найбільш поширених лісорослинних умовах. Визначено якість лісових культур та природного поновлення.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи.

Сумарний обсяг роботи складає 39 сторінок, у тому числі основної частини 28 сторінок. У роботі також міститься 8 таблиць, 13 рисунків. Літературний огляд налічує 47 джерел.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ В УМОВАХ ДП «ЄМІЛЬЧИНСЬКЕ ЛГ»

Породний склад лісів ДП «Ємільчинське лісове господарство» є досить строкатим. Перважаючими деревними на які ведеться господарство на підприємстві є сосна звичайна, береза повисла, дуб звичайний і вільха клейка (рис. 1).

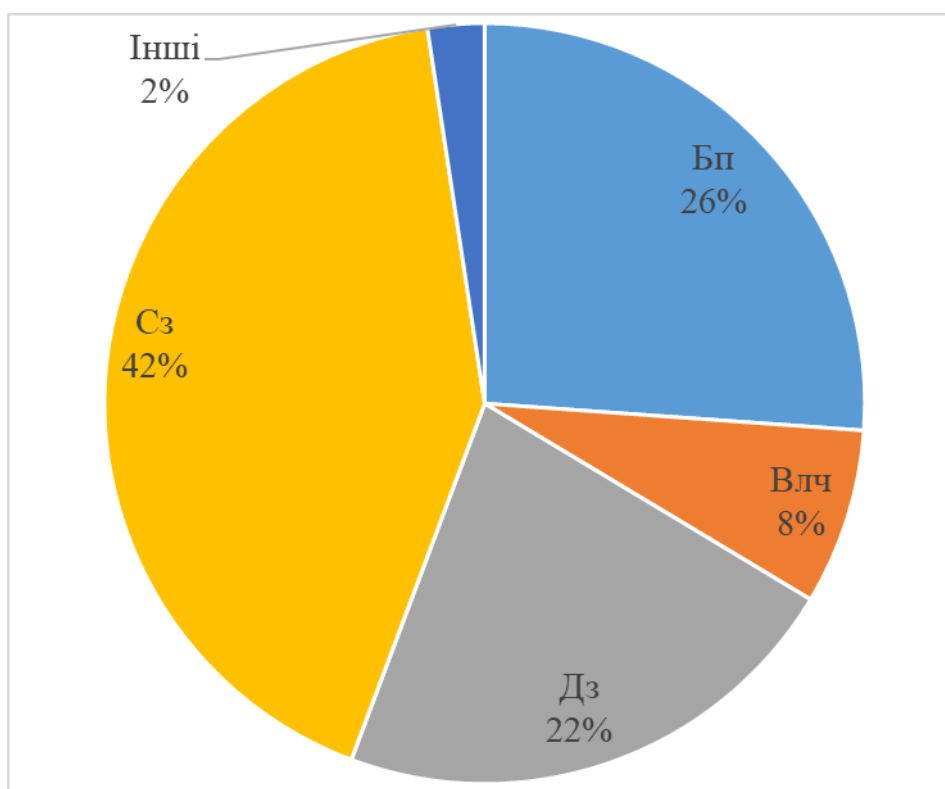


Рис. 1. Породний склад лісів ДП «Ємільчинське ЛГ»

Частка сосняків у лісгоспі складає за даними лісовпорядкування близько 42 %. Породний склад зумовлений певним значною мірою сприятливими лісорослинними умовами, які є придатними для вирощування не лише оліготрофів, але й мезотрофів і деяких представників мегатрофів типу ясена і граба.

Переважає більшість деревостанів є паросткового природного походження (рис. 2).

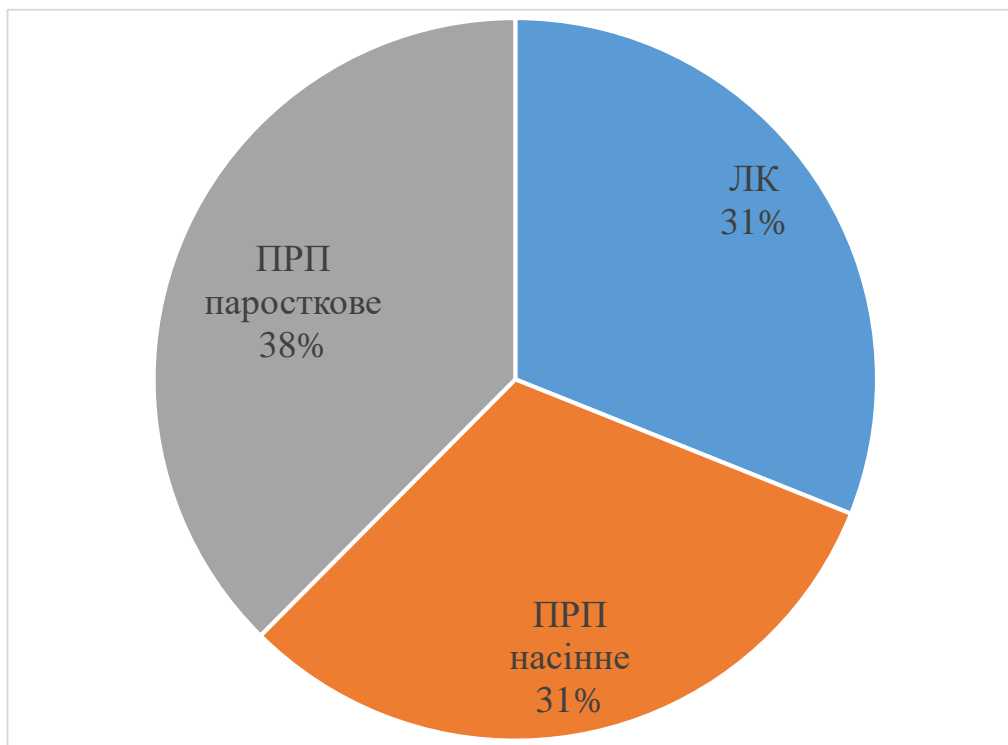


Рис. 2. Розподіл площ покритих лісом ділянок за походженням панівної породи

Між деревостанами насінневого походження відмічений паритет за співвідношенням площ лісових культур та природних лісостанів. Переважна більшість усіх листяних деревостанів є природними, хвойні переважно штучні за походженням.

Сосна звичайна є переважаючою породою на площі близько 19,3 тис. га. У борових умовах сосна представлена у 6-ти типах лісу (табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл сосняків за типами лісу у борах

| Тип лісу | Площа, га | % |
|----------|-----------|-------|
| A2C | 202,9 | 16,8 |
| A3C | 321 | 26,7 |
| A3CO | 1,5 | 0,1 |
| A4C | 273,8 | 22,7 |
| A4CO | 2,7 | 0,2 |
| A5C | 402,4 | 33,4 |
| Разом | 1204,3 | 100,0 |

Найбільш поширеними типами лісу, де ростуть соснові насадження – це вологі, сирі та мокрі соснові бори.

У суборах зростає близько 83 % з усіх наявних на підприємстві соснових деревостанів. Усього сосняки поширені в 11 типах лісу в умовах суборів (табл. 2).

Таблиця 2

Розподіл сосняків за типами лісу у суборах

| Тип лісу | Площа, га | % |
|----------|-----------|-------|
| В1ДС | 1,6 | 0,0 |
| В2ДС | 2665,7 | 16,7 |
| В3ДС | 6453,8 | 40,3 |
| В3ДСА | 3543,5 | 22,1 |
| В3ДСО | 5,8 | 0,0 |
| В3САО | 40,5 | 0,3 |
| В4ДС | 2472,8 | 15,4 |
| В4ДСА | 244,6 | 1,5 |
| В4ДСО | 61,2 | 0,4 |
| В4САО | 14,4 | 0,1 |
| В5БС | 504,3 | 3,2 |
| Разом | 16008,2 | 100,0 |

Найбільші площі сосняків виявлені у вологому дубово-сосновому суборі, а також його підтипі з азалією (40 і 22 % відповідно). Також поширена сосна й у свіжих та сирих дубово-соснових суборах (17 і 15 % площ відповідно).

Щодо багатших типів лісорослинних умов, то на підприємстві наявні лише сугрудові типи лісу, грудових умов виявлено не було. Сугруди предсталені головним чином одним домінуючим типом лісу – вологим грабово-дубово-сосновим складним субором (табл. 3).

Розподіл сосняків за типами лісу у сугрудах

| Тип лісу | Площа, га | % |
|----------|-----------|-------|
| С2ГД | 1,5 | 0,1 |
| С2ГДС | 105,1 | 5,1 |
| С3ГД | 18,9 | 0,9 |
| С3ГДО | 4,6 | 0,2 |
| С3ГДС | 1558,5 | 75,1 |
| С3ГСД | 2,3 | 0,1 |
| С3ГСО | 1,8 | 0,1 |
| С3ДСА | 147,2 | 7,1 |
| С4ГДС | 217,3 | 10,5 |
| С4ДСА | 14,8 | 0,7 |
| С4ДСО | 4,4 | 0,2 |
| Разом | 2076,4 | 100,0 |

Також певного поширення набув азалієвий підтип цього типу лісу, а також сирий грабово-дубово-сосновий сугруд.

Сосна звичайна є однією з найбільш продуктивних деревних порід на підприємстві. Найбільшу продуктивність сосняки досягають у сугрудах, що є відповідним до загальним статистичним даним по Україні. У борах соснові насадження показують найвищі класи бонітету у А₂. У суборових умовах сосна доволі успішно зростає як у свіжих, так і у вологих умовах. У найбільш потенційно сприятливих лісорослинних умовах для росту сосни - свіжих сугрудах, відмічено найвищий середній клас бонітету – Іа,3. Найгірші показники росту соснові деревостани мають у перезволожених умовах, якщо в сирих умовах вони ще демонструють середні показники продуктивності, а в сугрудах навіть високі, то вже у мокрих типах лісорослинних умов продуктивність їх стрімко падає (табл. 4).

Продуктивність соснових деревостанів у різних едатопах

| ТЛУ | Площа | Бон. (середн) |
|-----|--------|---------------|
| A2 | 198,3 | 1,4 |
| A3 | 318,9 | 1,7 |
| A4 | 270,9 | 3 |
| A5 | 399,3 | 5,2 |
| B1 | 1,6 | 3 |
| B2 | 2439,5 | 1A,9 |
| B3 | 9471,8 | 1A,9 |
| B4 | 2559,9 | 2,2 |
| B5 | 491 | 3,7 |
| C2 | 96,5 | 1A,3 |
| C3 | 1455 | 1A,5 |
| C4 | 118,1 | 1,4 |

Вікова структура соснових лісів загалом є відносно рівномірною. Деяко більша питома вага пристигаючих деревостанів, також помітно меншою є частка деревостанів старших вікових груп (рис. 3).

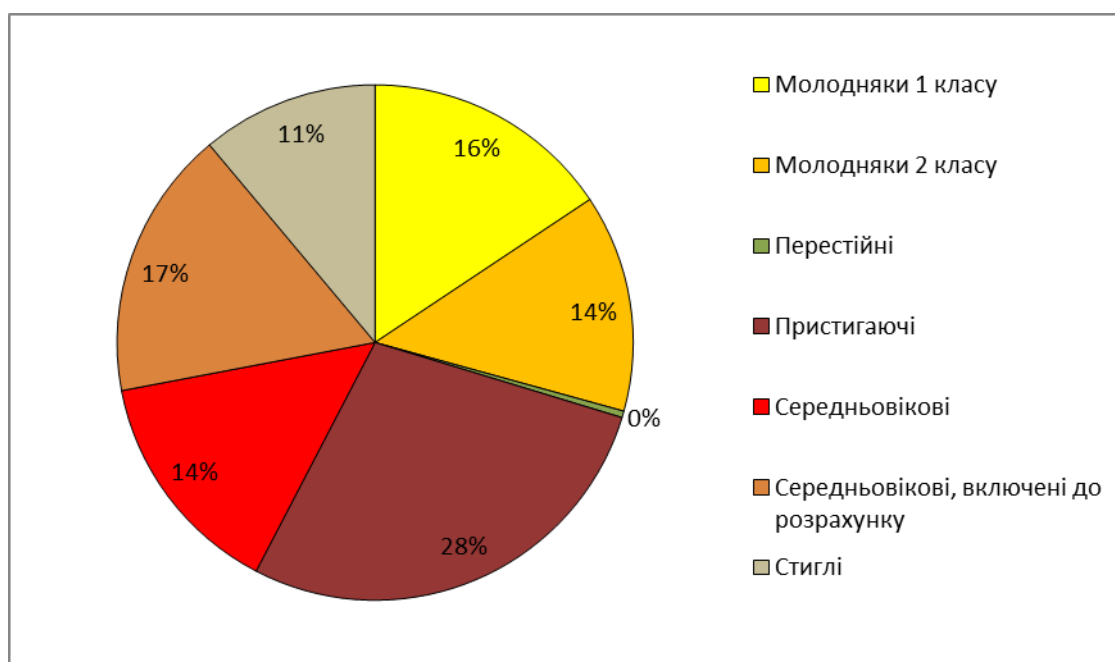


Рис. 3. Розподіл площ покритих лісом ділянок за віковими групами

У молодняках I і II вікової групи за складом соснові насадження переважно мішані, починаючи з середньовікової групи трапляються більше чисті сосняки (55 – 77 %) (рис. 4).

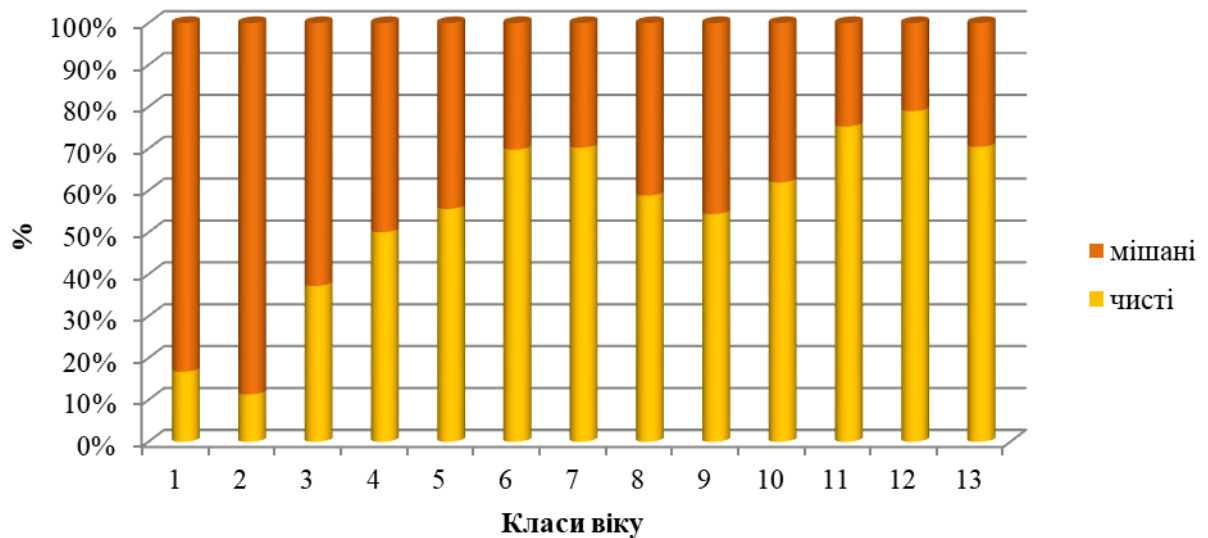


Рис. 4. Розподіл площ покритих лісом ділянок за складом

Також є залежність співвідношення площ соснових деревостанів різного походження від віку (рис. 5).

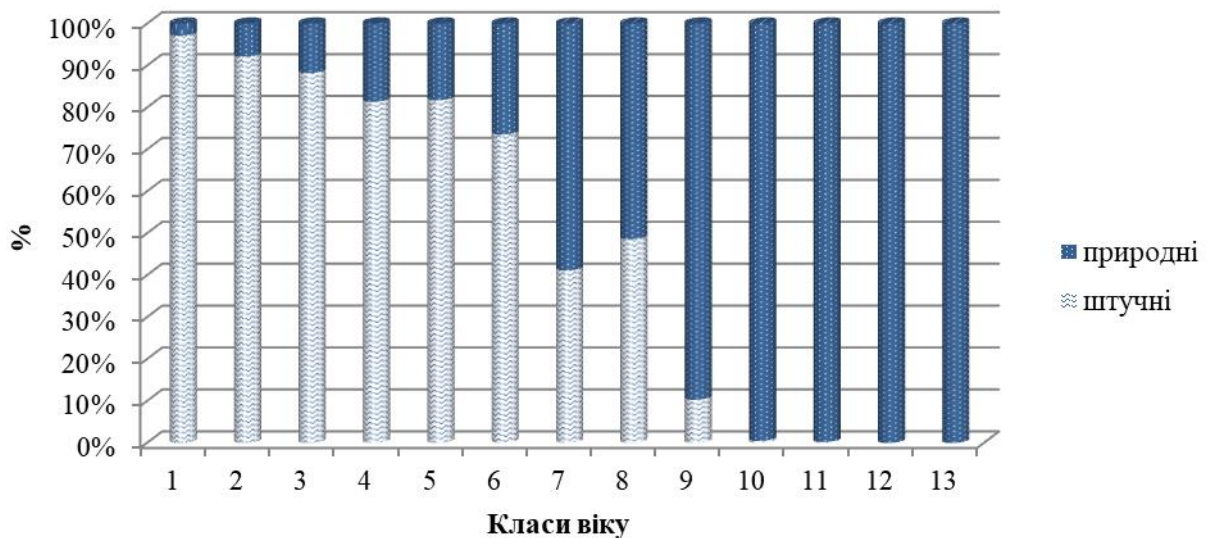


Рис. 5. Розподіл площ покритих лісом ділянок за складом

У молодняках і середньовікових насадженнях повністю домінують лісові культури (72-95 %), а в старших вікових групах природні деревостани (60-100 %).

РОЗДІЛ 2. СВІТОВИЙ ДОСВІД ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ ЛІСІВ БОРЕАЛЬНОЇ ЗОНИ

У комерційному лісівництві лісовідновлення визначає можливість для зміни порід. Саме тому найважливіші лісокультурні рішення, ймовірно, пов'язані з суцільними рубками [2]. Протягом тривалого часу як лісогосподарські підприємства, так і приватні власники лісів у північній Європі намагалися підвищити економічну ефективність штучного лісовідновлення, для цього вони покращують умови виживання та ріст саджанців [3-8]. Дослідження зіграли важливу роль у спробах досягнення цих цілей.

Період лісопоновлення європейські лісівники оцінюють як стадію відновлення, котра охоплює період між суцільною рубкою та часом, коли нове покоління основних видів дерев досягає середньої висоти 1,3 м [9]. Нове покоління може виникнути як шляхом природного поновлення, так і штучним способом. Наприклад, при посадці ялини звичайної (*Picea abies*) і сосни звичайної (*Pinus sylvestris*) у Фінляндії та Швеції часто ставиться мета мати принаймні 1800–2500 сильних висаджених саджанців на гектар [10].

Ефективність лісовідновлення була підвищена за допомогою різних засобів, але на відміну від практик, що застосовуються на інших етапах лісовирощування, вони залишалися в основному немеханізованими [11-12]. У майбутньому процедури створення лісових культур, ймовірно, доведеться більш механізувати, щоб зменшити витрати та виконати завдання з меншою кількістю працівників. Збільшення механізації, а також нові вимоги до обробки сіяньців, що дасть змогу бути їм більш резистентними і придатними для більш тривалого сезону посадки – такі основні вимоги сучасного лісокультурного виробництва [12].

Єдиним садивним матеріалом, який був доступний для посадки до кінця 1960-х років, були саджанці з відкритою кореневою системою, але згодом були розроблені сіяньці із закритою кореневою системою, щоб зробити лісовідновлення більш універсальним та уникнути певних технічних проблем [13-14]. Впровадження закритої кореневої системи запропонувало значне потенційне скорочення витрат на посадку та збільшення тривалості сезону

посадки. Однак це впровадження не було безпроблемним. Зокрема, серйозна деформація коренів траплялася серед деяких саджанців сосни звичайної в контейнерах, що серйозно впливало на ріст і стабільність насаджень у майбутньому [15]. Тому були докладені значні зусилля для вдосконалення конструкції контейнерів, щоб уникнути деформації коренів. Перевірені дизайнерські рішення включали використання горщиків із нахилом, щоб спрямувати коріння вниз, і контейнерів, які або відкриті для повітря, або оброблені препаратами, щоб знищити кінчики коренів, коли вони досягають краю контейнера [16-19].

Закрита коренева система зайняла значну частку лісокультурного виробництва в скандинавських країнах, але відкрита коренева система має деякі переваги: найважливіше те, що вони більші стійкіші до пошкодження сосновим довгоносиком (*Hylobius abietis*) [20]. Тому саджанці з відкритою кореневою системою все ще часто використовуються, особливо в південних частинах Скандинавських країн на родючих, багатих рослинністю ділянках з високим ризиком пошкодження сосновим довгоносиком [21]. Оскільки вони приживаються повільніше, сіянці з голими коренями також промиваються пізніше, ніж сіянці з закритим коренем навесні, що може зменшити ризик пошкодження морозом. Однак, порівняно з ЗКС, саджанцям з голими коренями потрібно більше часу, щоб встановити хороший контакт між корінням і ґрунтом і таким чином почати поглинання води. Таким чином, зростання висоти в перший і другий рік часто є більшим для сіянців із ЗКС, ніж для сіянців з голим корінням. Було виявлено, що різниця у висоті між ними стає незначною через 3–5 років після посадки [22].

Іншим можливим варіантом зменшення витрат на посадку, який був оцінений у Фінляндії, Швеції та Канаді, є використання дуже маленьких, 7–10-тижневих сіянців [23]. Спочатку в цих тестах використовували сіянці сосни звичайної, але саджанці ялини звичайної також були включені в подальші польові випробування. Йоханссон та ін. (2007) прийшли до висновку, що міні-саджанці ростуть так само добре або навіть краще, ніж більші саджанці, якщо вони успішно закріплені, але вони більш чутливі до середовища посадки та

поводження з ними [24]. Danielsson та ін. (2008) виявили, що міні-саджанці менше пошкоджуються сосновими довгоносиками, ніж звичайні 1-річні саджанці, можливо тому, що міні-саджанці виділяють лімонен, який, як відомо, відлякує соснового довгоносика [25-26]. Крім того, виявлено, що під час поранення леткі речовини зеленого листа вивільняються міні-саджанцями, тоді як альфа-пінен, що привертає соснового довгоносика, вивільняється звичайними саджанцями.

Субстрат для росту для сіянів із ЗКС в ідеалі повинно бути добре аерованими, утримувати воду та поживні речовини, бути простим в обробці та дешевими, мати низький рН і бути механічно когезивними, але природно розкладаними після висадки. Матеріал сфагнового торфу відповідає багатьом із цих вимог до середовища росту для розсадництва. Bernier and Gonzalez (1995) виявили, що включення до торфу часток <1,3 мм впливає на морфологію саджанців, тоді як гуміфікація ні, що вказує на те, що варіація характеристик утримання води є важливішою, ніж хімічні властивості торфу в цьому відношенні [27-29]. Слід також зазначити, що фізичні властивості, які є бажаними для середовища під час вирощування в розсаднику, можуть не завжди збігатися з оптимальними властивостями для майбутньої продуктивності після посадки. Наприклад, у розсаднику важливо, щоб середовище для вирощування швидко дренивалося, щоб забезпечити адекватну аерацію, але використання грубого субстрату для вирощування може призвести до низької доступності води в торф'яній пробі в польових умовах. Важливо також правильно обробити сіяні перед посадкою; наприклад, передпосадковий полив сосни звичайної, ялини звичайної та берези звичайної, вирощених із ЗКС, підвищує рівень виживання після посадки, навіть якщо найбільш легко утримувана вода виділяється в ґрунт протягом годин після посадки [30-32].

Обробка, яка була застосована до саджанців восени, або для осінньої посадки, або для зимового зберігання, полягає в обробці короткого дня (SD), щоб викликати припинення росту. Для сосни звичайної обробіток SD також використовувалося для індукції двох приростів і, отже, отримання 2-річних саджанців за рік [33]. Наслідки зміни часу та тривалості обробок SD у багатьох

видах дерев були ретельно вивчені як у скандинавських країнах, так і в Північній Америці. Для саджанців ялини звичайної було показано, що обробка SD повинна тривати 2–3 тижні, і її не можна починати раніше початку липня, щоб припинити ріст у висоту та ефективно зміцнити саджанці. Якщо обробку SD розпочати раніше, проростки можуть мати другий приріст. Розпускання бруньок також може відбутися наступної весни раніше серед саджанців, оброблених SD, ніж серед необроблених саджанців [34-35].

Процедура розморожування, застосована після зимового зберігання, також може мати істотний вплив на подальші фізіологічні процеси. Наприклад, Fløistad і Kohmann (2001) виявили, що саджанці ялини норвежської, які швидко розморожувалися у воді, мали більшу морозостійкість, вищий вміст вуглеводів і пізніше розпускалися бруньки, ніж саджанці, які повільно розморожувалися [36]. У Північній Америці науковці показали, що коли саджанці ялини Енгельмана (*Picea engelmannii*) висаджуються в теплий ґрунт ($>18^{\circ}\text{C}$), відтавання може бути непотрібним. Однак у бореальних умовах, коли саджанці звичайної ялини висаджують у прохолодний ґрунт навесні або ранньою осінню, для успішної посадки необхідне відтавання (Helenius, 2005), особливо в сухих умовах. Для повного розморожування кореня рекомендується 4-денний період у картонних коробках [37-38].

Традиційно сіянці висаджують навесні і ранньою осінню [39]. Ці короткі періоди посіву дуже зайняті як у розсадниках, так і в лісах. Крім того, у майбутньому кількість лісових працівників, ймовірно, зменшиться, що призведе до нестачі робочої сили та подальших проблем. Рішенням може бути механізація посадок. Результати польових досліджень у Фінляндії показують, що саджанці ялини звичайної можна висаджувати з весни до кінця вересня без будь-яких негативних впливів на ріст або виживання. Активно зростаючі саджанці ялини, берези та гібрида осики, висаджені в контейнерах влітку, можуть навіть краще рости, ніж саджанці, висаджені навесні або восени, завдяки теплому ґрунту та швидкому виходу коренів відразу після посадки. Для успішної літньої посадки саджанці необхідно добре полити під час посадки, а також вони не повинні пересихати під час транспортування та польового

зберігання перед посадкою [40]. Крім того, активно зростаючі саджанці хвойних дерев, які використовуються для насаджень, можуть бути пошкоджені деякими інсектицидами, які використовувалися проти соснових довгоносиків [21].

З весни до початку літа сезон посадки можна продовжити, просто посадивши сіянці, що зберігається в морозилці [42]. У Фінляндії сіянці, що зберігається в морозилці, можна використовувати до середини червня. Комп'ютерне моделювання з довгостроковими даними про температуру повітря та експериментальні дослідження протягом кількох років показали, що якщо сіянці висадити до середини червня, вегетаційний період, що залишився, є достатньо довгим для правильного росту і морозостійкості до перших осінніх заморозків [43]. До середини червня сіянці, що зберігаються на відкритому повітрі, також можна висаджувати, навіть якщо вони активно ростуть під час посадки.

Вогневий метод був основним при обробці ґрунту з 1930-х до початку 1960-х років [44]. Потреба в розробці обладнання для обробки ґрунту виникла через те, що спалювання стало дорогим, коли вартість робочої сили зросла. Протягом 1960-х і 1970-х років обробка ґрунту в основному виконувалася ручними інструментами або невеликим механічним обладнанням, в результаті чого утворювалися розшаровані ділянки розміром приблизно 30×30 см. Однак широко використовувана скарифікація не завжди дає задовільні результати лісовідновлення, особливо при обробці кам'янистих ділянок або місць із великою кількістю каміння. Тому для отримання великої кількості посадкових місць було розроблено посадкову борозну [44].

Різноманітні дослідження, починаючи з 1970-х років, показали, що температура ґрунту сильно впливає на приживлюваність сіянців в суворому кліматі на півночі Фінляндії, Швеції та Норвегії. Відповідно, ріст коренів лінійно корелює з температурою ґрунту в нормальному температурному інтервалі протягом вегетаційного періоду в цій зоні, і оскільки ріст коренів є важливим для поглинання води та поживних речовин, сіянці обмежуються ростом нових коренів. Однак вчені виявили слабку кореляцію між кількістю

нових коренів і газообміном, що вказує на те, що ріст коренів і приживлення розсади не корелюють лінійно. Хороший спосіб підвищити температуру ґрунту – висаджувати рослини на підвищених місцях, і цього можна досягти шляхом насипів [45].

Ще один важливий аспект скарифікації ґрунту полягає в тому, що вона зменшує конкуренцію з боку польової рослинності. Науковці виявили, що висаджені саджанці ялини звичайної були уражені конкуруючою рослинністю лише протягом перших 2 років після посадки, тому обробка насипом була такою ж ефективною для зменшення негативного впливу конкуруючої рослинності на їх ріст, як і інтенсивна обробка гербіцидом. Довгострокові дослідження показали, що за інших обставин може знадобитися більш радикальні заходи, ніж скарифікація ґрунту, щоб звільнити висаджені саджанці від конкуренції небажаної рослинності. Однак, оскільки лісове законодавство та правила сертифікації обмежують використання обробок гербіцидами в Північній Європі, менеджери лісів повинні знайти інші способи зменшити конкуруючу рослинність. Скарифікація ґрунту шляхом проорювання борозен або насипання насипів у поєднанні з лісівничим доглядом зазвичай є достатньою для вивільнення висаджених саджанців, але на родючих ділянках із рясною польовою рослинністю або під час заліснення на колишніх сільськогосподарських угіддях можуть знадобитися більш радикальні методи скарифікації. Деякі вчені показали, що глибокий обробіток ґрунту забезпечує гарне приживлення сіянців на дуже родючих ділянках із рясною конкуруючою рослинністю [46].

Було доказано, що інверсна скарифікаційна обробка, при якій шар гумусу закривається мінеральним шаром ґрунту глибиною 5–10 см, дає хороші результати з точки зору як виживання, так і раннього росту висаджених саджанців. До недавнього часу інверсія була дорогою технікою, що вимагала використання екскаваторів, але хорошу підготовку ґрунту можна зробити за розумну ціну, використовуючи нещодавно розроблене обладнання, встановлене на звичайних екскаваторах. Це може дозволити застосувати нові методи

скарифікації, які можна використовувати разом із механізованою посадкою [44].

У 1970-х роках автоматизовані машини для суцільної посадки були розроблені як у Швеції (Silva Nova), так і у Фінляндії (Serlachius), але вони були надто дорогими, щоб замінити ручну посадку [46]. На початку 1990-х шведська компанія Braske представила машину, яка одночасно готувала ґрунт і висаджувала поодинокі саджанці. Дві наступні машини, Escoplanter зі Швеції та M-Planter з Фінляндії, також виконували подібні операції, але висаджували по два сіянці одночасно. Машини Braske і M-Planter створюють насипи з подвійними шарами гумусу, вкритими голим мінеральним ґрунтом, і результати посадки сіянців можна порівняти з результатами посадки вручну. У Фінляндії наразі комерційно доступно близько 30 засобів для посадки, і майже 5% усіх лісокультурних ділянок лісовідновлюються механізовано, хоча в лісах, що належать приватним компаніям, у деяких районах лише до 20–30% площ посадок висаджено машинами [47].

РОЗДІЛ 3. ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ НА ЗРУБАХ В УМОВАХ ЄМІЛЬЧИНСЬКОГО ЛІСНИЦТВА ДП «ЄМІЛЬЧИНСЬКЕ ЛГ»

Лісовпорядкуванням в поточному ревізійному періоді були проєктовані лише три породи в якості головних при створенні лісових культур (рис. 6).

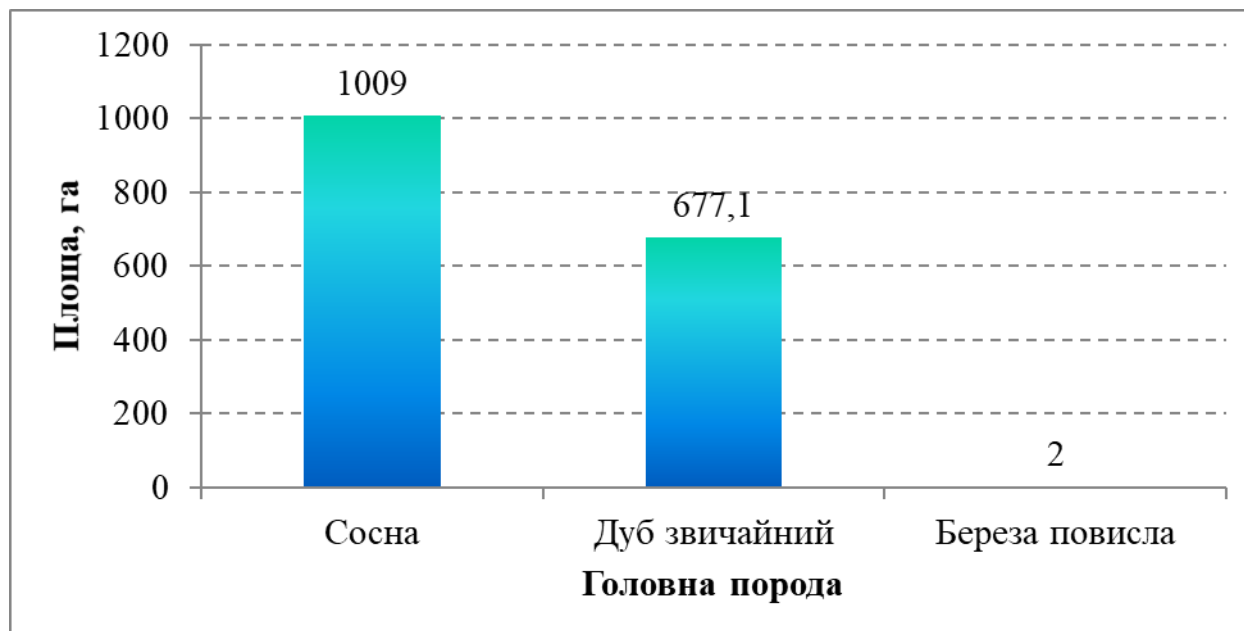


Рис. 6. Проєктовані породи в якості головних у лісових культурах

Частка площ лісових ділянок, які проєктувалося до заліснення природним шляхом становить близько 17 %. В якості головних порід при орієнтуванні на природне заліснення та лісовідновлення виступають переважно мягколистяні породи – вільха чорна, осика та береза (рис. 7). Як правило за рахунок мягколистяних порід відбувається лісовідновлення ділянок у перезволожених типах лісорослинних умов. Дуб звичайний і сосна звичайна на момент лісовпорядкування на зрубках успішно відновлювалися природним шляхом на незначних площах.

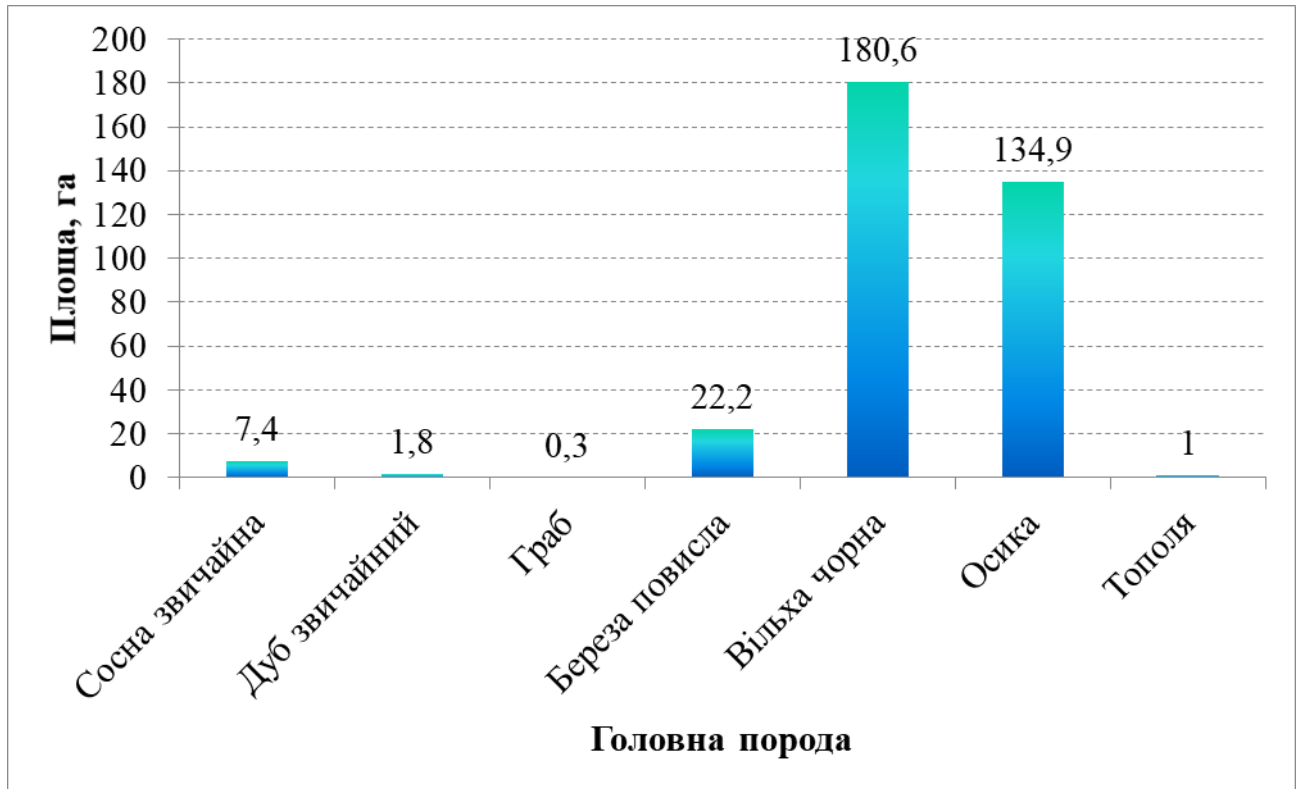


Рис. 7. Проектовані породи в якості головних при природному лісовідновленні

До досягнення віку зімкнення за лісовими культурами проектується агротехнічні та лісівничі заходи. Передбачено проведення багатократного догляду: два роки - 3-кратний агротехнічний, і протягом наступних трьох років обкошування.

Загальні площі проведених доглядів за наявними незімкнутими насадженнями і за лісовими культурами, що проектується, з урахуванням обсягів реконструктивних культур за ревізійний період, при переведенні на однократний, становитиме 16,6 тис. га або в середньому щорічно 1,66 тис. га.

Хімічні засоби для догляду за лісовими культурами застосовувати не рекомендується. У незімкнутих насадженнях останніх років, котрі мають істотний відпад, запроектовано проведення доповнення на сумарній площі 468.8 га або 92.5 га. Увесь обсяг проведення доповнень проектується здійснити за перші 2 роки.

Доповнення новостворених насаджень, які будуть утворюватися протягом 10 найближчих років, проектується проводити у випадку відпаду понад 15 %, здебільшого весною на наступний рік після створення культур. У середньому

щорічні площі доповнення культур, котрі будуть створюватися, складатиме близько 144 га або 29 га. Доповнення лісових культур проектується проводити вручну 1-річними сіянцями сосни звичайної і 2-річними сіянцями супутніх порід.

За умови виконання запроєктованих лісовідновних заходів по закінченню ревізійного періоду у категорії некритих лісом ділянок залишаться площі близько 316 га зрубів кінцевого ревізійного періоду, лісовідновні заходи на котрих будуть здійснюватися у наступний ревізійний період.

Стан лісових культур та природного відновлення різних деревних порід у різних лісорослинних умовах відрізняється. Найгіршими показниками якості відзначилася береза повисла. У всіх типах лісорослинних умов, крім свіжих суборів, дана порода на значних площах випадала або повністю, або у великій кількості зі складу культур (табл. 5).

Таблиця 5

Середні класи якості головних порід в переважаючих типах лісорослинних умов

| Порода/ТЛУ | B2 | B3 | C2 | C3 | C4 |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Сосна | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,9 |
| Дуб | 2,9 | 2,5 | 2,4 | 2,5 | 2,7 |
| Береза | 2,6 | 3,8 | 4,6 | 4,9 | 3,8 |
| Вільха | - | - | 3 | 3,1 | 2,9 |
| Ялина | - | 3,1 | 2,9 | 3 | - |

Решта деревних порід відмітилися значно кращими показниками. Щодо головних порід на підприємстві – дуба звичайного та сосни звичайної, то у всіх типах лісорослинних умов, де дані породи проектувалися в якості головних, були відмічені задовільні показники якості лісових культур. На більшості площ вільхові, ясеневі та ялинові незімкнуті насадження були атестовані за 3-м класом якості.

Аналіз лісовідтворення здійснювалося на основі матеріалів звітів книги лісовідновлення за 2019-2021 роки. При цьому було встановлено площі лісовідновлення, якість і стан штучного й природного поновлення. При створенні лісових культур у розрізі типів лісорослинних умов було визначено найбільш розповсюджені схеми змішування і висаджування.

В Ємільчинському лісництві протягом за останніх трьох років було створено майже 80 га штучних насаджень (рис. 8).

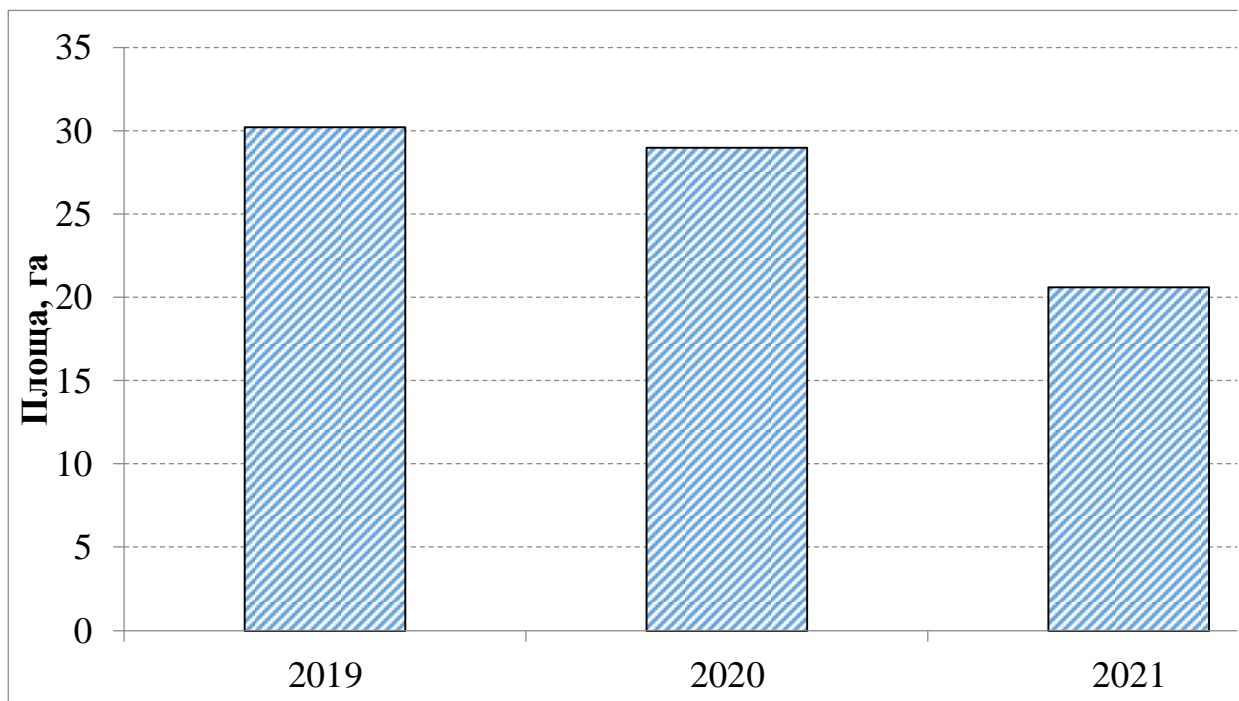


Рис. 8. Динаміка площ штучного лісовідновлення

У 2019 році відмічено порівняно менші обсяги лісовідновлення, що спричинено головним чином зменшенням площ суцільних санітарних рубок, внаслідок яких останніми роками і утворювалася основна категорія лісокультурних ділянок – свіжі зруби.

Крім цього у Ємільчинському лісництві лише у 2019 році шляхом природного поновлення було відтворено насадження на площі понад 32 га зрубів попереднього року. Майже усі ділянки були залісені природним шляхом за рахунок м'яколистяних порід - берези повислої, осики, вільхи клейкої (рис. 9). Майже $\frac{3}{4}$ площ відновилося при пануванні берези повислої.

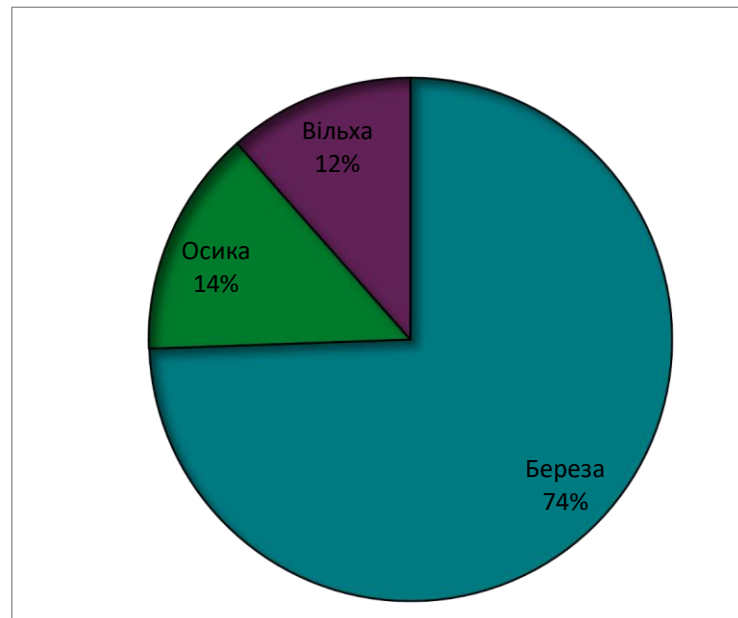


Рис. 9. Переважаючі деревні породи при природному поновленні ділянок

Осикові та клейковільхові ділянки з природним поновленням атестовані оцінкою «добре», а ділянки, які залишені під березове природне поновлення оцінені на більшості площ «добре» та «задовільно» (рис. 10).

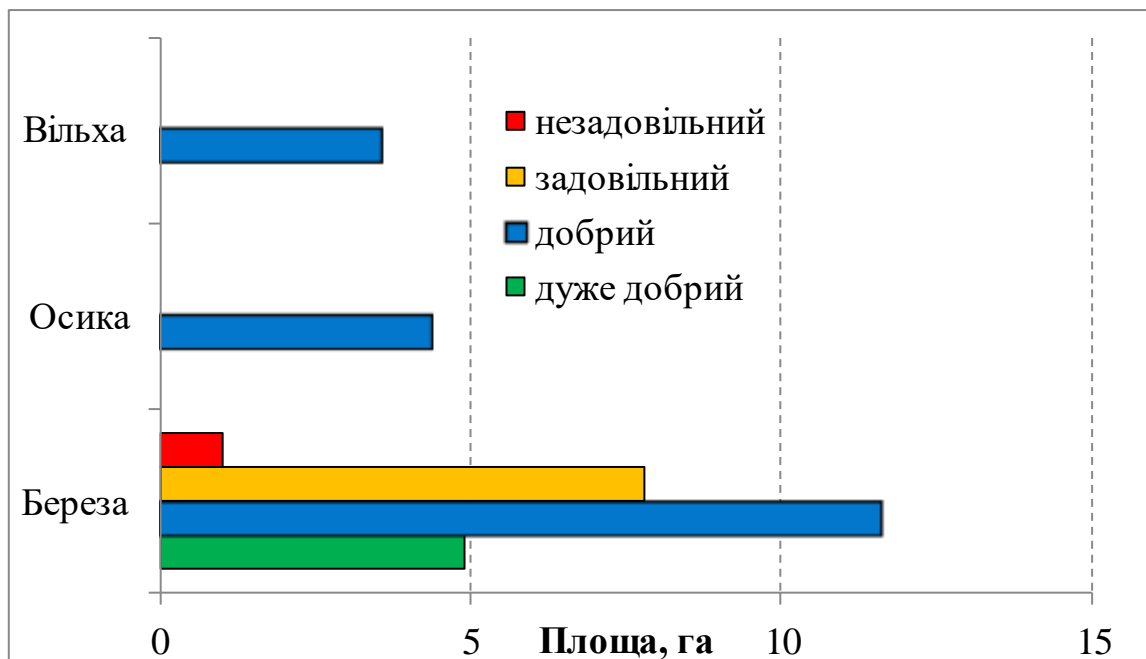


Рис. 10. Розподіл площ ділянок залишених під природне поновлення, за породами та якістю

Вільха клейка у якості переважальної породи проектувалася у складі природного поновлення виключно у сирому та вологому сугруді, осика - у

вологодому сугруді, береза – на більшості площ у вологих суборах та сугрудах, значно менше у свіжих та сирих суборах та вологих борах (рис. 11).

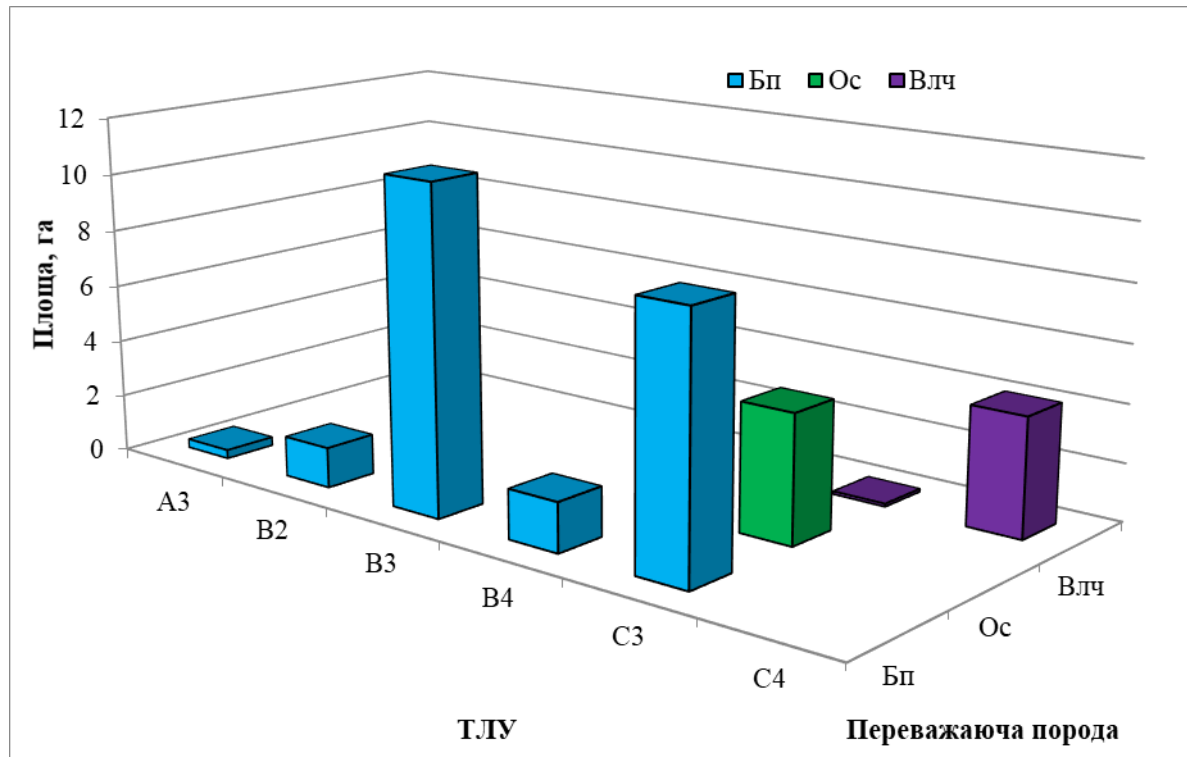


Рис. 11. Розподіл площ ділянок залишених під природне поновлення за типами лісорослинних умов

При проведенні інвентаризації незімкнутих лісових культур було помічено їх високу якість (рис. 12). У середньому приживлюваність однорічних та дворічних культур сягала 91 % та 92 % відповідно при тому, як нормативне значення становить 90 %. Приживлюваність лісових культур 2019 року в середньому була на рівні 85 % при нормативній 83 %.

Проведення доповнення потрібно було проводити на площах близько 18 % від усіх 1-річних культур, 29 % - 2-річних і близько 38 % 3-річних.



Рис. 12. Розподіл площ лісових культур за класами якості

Загалом створення лісових культур відбувається як у свіжих та вологих умовах, так і сирих. Найбільші площі відновлюють штучно у вологих сугрудах, а також у свіжих та вологих суборах (рис. 13).

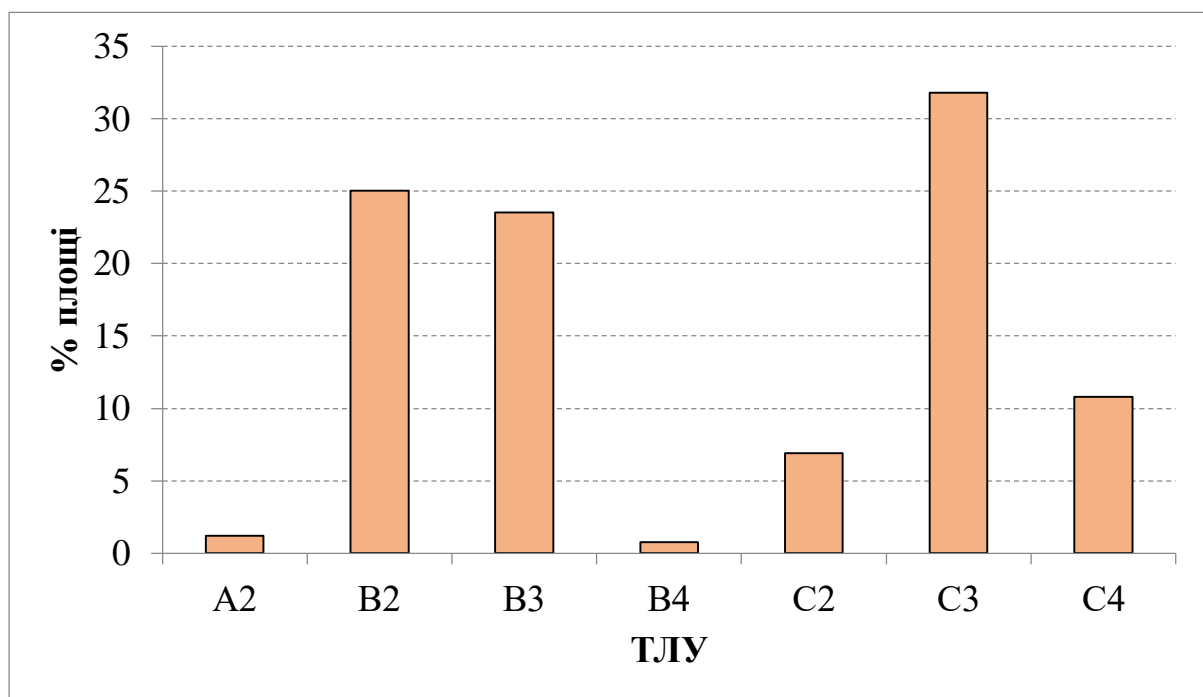


Рис. 13. Розподіл площ лісових культур за типами лісорослинних умов

Найбільш поширеною схемою створення лісових культур за 2019-2021 рр. є $3 \times 0,5$ м (37% ділянок). Монокультура 10рС3 переважає на 29% площ та

на 16% з домішкою плодкових порід - 10рСз+груша. В умовах свіжих борів лісовідновлення здійснюється лише монокультурою сосни зі схемою висадки $3 \times 0,5$ м (75%) та $2,5 \times 0,5$ м (25% площ) (табл. 6-7).

В умовах свіжих суборів переважають монокультурні посадки сосни звичайної – близько 34% від площі, а також мішані посадки із березою повислою 3рС 2рБ (11%), 3рБ 2рС (14%). Загалом практикується застосовувати в цьому трофотопі 10 варіантів змішування. Схем посадок усього було застосовано 6, найпопулярнішою з яких є $2,5 \times 0,5$ м (39% площ) та $3 \times 0,5$ м (35%). В умовах вологих суборів практикується 6 варіантів посадки, з яких переважаючою є монокультурна посадка сосни (35%) іноді з домішкою плодкових (17%). Також має місце варіант культур сосни із березою 3рС 2рБ (13%) та 3рС 2рБ + плодове (13%). Варіанти схем посадок у цьому типі лісорослинних умов відрізняються від суборових умов більш широкими міжряддями: $3 \times 0,5$ м (31%), $3,5 \times 0,5$ м (29%), $3,5 \times 0,6$ м (20%). У сирих суборах здебільшого застосовували схему чистих культур берези із домішкою плодової породи за схемою $3,5 \times 0,6$ м.

У свіжих сугрудах посадка лісу здійснювалося за 4 схемами змішування, серед яких найбільші площі зрубів були відновлена монокультурою сосни звичайної (46%). Поряд із монокультурними, були створені змішані сосново-березові насадження: 3рС 2рБ + груша (22%) і 3рБ 2рС (22%). Густота лісових культур в цьому типі лісорослинних умов при посадці була найвищою: $3 \times 0,5$ м (43%), $2,5 \times 0,6$ (22% площ), $1,5 \times 0,5$ м (22%). В умовах вологих сугрудків застосовували 10 варіантів змішування, найбільш розповсюдженими з яких були: 10р С + груша (37%), 10р С (13%) і 3рЯл 2рД + К (12%). На 22% зрубів були висаджені культури із головною породою дуб звичайний. У цьому типі лісорослинних умов практикується разом зі звичною схемою висадки $3 \times 0,5$ м (40%) створювати лісові культури із широкими міжряддями $4 \times 0,6-0,8$ (44%). В умовах сирих сурудів поширеним є створення культур сосни звичайної (54%) і ялини європейської (33 %) за схемами посадки $4 \times 0,5$ м (51%) і $3 \times 0,5$ м (40%).

Таблиця 6

Схеми змішування у переважаючих типах лісорослинних умов у 2017-2021 рр

| ТЛУ | 10рС | 10рС+Грз | 10рС+ЯБ | 10рС+Клг | 3рС1рБ | 3рС2рБ | 3рС2рБ+Грз | 10рБ+Лп | 3рБ1рЯл | 3рБ2рС | 3рБ2рС+Грз | 10рБ+ЯБ | 10рД | 10рД+Яз | 3рД1рЯл+Кл | 3рД2рЯл+Яз | 3рЯл2рД+Кл | 4рД1Ял | 10рЯл |
|-----|------|----------|---------|----------|--------|--------|------------|---------|---------|--------|------------|---------|------|---------|------------|------------|------------|--------|-------|
| А2 | 0,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| В2 | 5,6 | 1 | 0,6 | | 0,7 | 1,8 | 1,5 | 1,4 | 0,3 | 2,3 | 1,5 | | | | | | | | |
| В3 | 5,5 | | 2,6 | | 1,2 | 2 | 2 | | | | 2,4 | | | | | | | | |
| В4 | | | | | | | | | | | | 0,5 | | | | | | | |
| С2 | 2,1 | 0,5 | | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | |
| С3 | 2,4 | 6,8 | | 0,8 | | 1 | | | | | | | 0,2 | 1,6 | 0,8 | 1,5 | 2,1 | 1 | |
| С4 | 2,1 | 1,8 | | | | | | | | | | | | | 0,5 | 0,4 | | | 2,4 |

Таблиця 7

Схеми посадки лісових культур у переважаючих типах лісорослинних умов у 2019-2021 рр

| ТЛУ | 1,5×0,5 | 2×0,5 | 2,5×0,5 | 2,5×0,6 | 3×0,5 | 3×0,6 | 3,5×0,5 | 3,5×0,6 | 4×0,5 | 4×0,6 | 4×0,8 | 5×0,5 |
|-----|---------|-------|---------|---------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|
| A2 | | | 0,2 | | 0,6 | | | | | | | |
| B2 | | 1 | 2,7 | 6,5 | 5,8 | 0,4 | | 0,3 | | | | |
| B3 | | | 2,4 | | 4,8 | 0,7 | 4,6 | 3,2 | | | | |
| B4 | | | | | | | | 0,5 | | | | |
| C2 | 1 | | 0,6 | 1 | 2 | | | | | | | |
| C3 | | | | | 8,5 | 0,9 | | | 1,9 | 4,7 | 5 | 0,2 |
| C4 | | | 0,2 | | 2,9 | | | 0,4 | 3,7 | | | |

4.3. Хід природного відновлення на зрубках

Мета нашого дослідження полягала у проведенні обліку природного відновлення на закультивованих зрубках. Облік був проведений на 7 ділянках, в найбільш представлених лісорослинних умовах.

Не зважаючи на те, що згідно літературних джерел сугрудові умови вважаються складними для природного поновлення цінних порід, за результатами наших досліджень, на 5 із 7 ділянок в умовах свіжих та вологих суборів та сугрудів хід природного поновлення був оцінений нами як задовільний (табл. 8).

Таблиця 8

Результати обліку природного поновлення на штучно відновлених зрубках Ємільчинського лісництва

| № ПП | Склад природного поновлення | Густина, тис. шт/га | ТЛУ | Трапляння, % | Середня висота | Переважаючі види ЖНП | Проективне покриття, % |
|------|-----------------------------|---------------------|-----|--------------|----------------|---------------------------|------------------------|
| 1 | 4Сз4Бп2Ос+Гз | 6,4 | В2 | 12 | 0,4 | Осока, малина | 95 |
| 2 | 4Дз3Бп1Ос1Сз1Клг+Гз | 8,2 | С3 | 15,5 | 0,4 | Осока, рудеранти | 70 |
| 3 | 3Сз3Бп3Гз1Ос+Дз | 12,8 | С3 | 44 | 0,5 | Осока, | 80 |
| 4 | 9Сз1Бп+Дз | 23,6 | В2 | 35 | 0,9 | Куничник, орляк, конвалія | 70 |
| 5 | 9Сз1Дз+Бп | 9,8 | В3 | 19,5 | 0,9 | Куничник, конвалія | 80 |
| 6 | 7Сз1Дз2Ос | 5,2 | В2 | 9 | 0,3 | Орляк | 50 |
| 7 | 4Сз3Дз3Бп+Влч+Сз | 4,8 | В3 | 8 | 0,6 | Ожина, перестіч | 70 |

Дані обліку природного поновлення на закультивованих ділянках

засвідчує досить високі показники густоти і трапляння (табл. 4.6). Лише на 2 з 7 дослідних ділянок було відмічено недостатню кількість господарсько цінних порід – сосни та дуба для того, щоб за нормативами якості можна було вважати задовільним природне поновлення. Беручи до уваги досить щільний ЖНП із осоки, різнотравних видів, чагарничків (малини та ожини), котрі за 2-3 р можуть формувати покрив із вкриваючи до 95 % території, в межах 60-80 % самосіву було приурочене до проораних борозен.

На переважній більшості всіх пробних ділянок був відмічений підріст головних порід, проте, відповідно до чинної Інструкції [1] успішний хід природного поновлення цінними лісотвірними породами відбувається лише на 5-ти з 7 ділянок. Це в цілому засвідчує високий лісовідновний потенціал у свіжих та вологих суборах та сугрудах, що можливо при проведенні належної підготовки ґрунту та наявності джерел засівання цінних видів.

Наявність у складі природного поновлення на дослідних ділянках від 3 до 10 одиниць цільових порід, зокрема сосни звичайної, свідчить про те, що надзвичайно важливе значення для занасінення має розміщення стіни лісу, яка може успішно занасінити новоутворений зруб.

ВИСНОВКИ

1. В Ємільчинському лісництві протягом за останніх трьох років було створено майже 80 га штучних насаджень. У середньому приживлюваність однорічних та дворічних культур сягала 91 % та 92 % відповідно при тому, як нормативне значення становить 90 %. Проведення доповнення потрібно було проводити на площах близько 18 % від усіх 1-річних культур, 29 % - 2-річних і близько 38 % 3-річних.

2. Загалом створення лісових культур відбувається як у свіжих та вологих умовах, так і сирих. Найбільші площі відновлюють штучно у вологих сугрудах, а також у свіжих та вологих суборах. Найбільш поширеною схемою створення лісових культур за 2019-2021 рр. є $3 \times 0,5$ м (37% ділянок). Монокультура 10рСз переважає на 29% площ та на 16% з домішкою плодкових порід - 10рСз+груша. В умовах свіжих борів лісовідновлення здійснюється лише монокультурною сосни зі схемою висадки $3 \times 0,5$ м (75%) та $2,5 \times 0,5$ м (25% площ).

3. В умовах свіжих суборів переважають монокультурні посадки сосни звичайної – близько 34% від площі, а також мішані посадки із березою повислою 3рС 2рБ (11%), 3рБ 2рС (14%). Загалом практикується застосовувати в цьому трофотопі 10 варіантів змішування. Схем посадок усього було застосовано 6, найпопулярнішою з яких є $2,5 \times 0,5$ м (39% площ) та $3 \times 0,5$ м (35%). В умовах вологих суборів практикується 6 варіантів посадки, з яких переважаючою є монокультурна посадка сосни (35%) іноді з домішкою плодкових (17%).

4. У свіжих сугрудах посадка лісу здійснювалося за 4 схемами змішування, серед яких найбільші площі зрубів були відновлена монокультурною сосни звичайної (46%). Поряд із монокультурними, були створені змішані сосново-березові насадження: 3рС 2рБ + груша (22%) і 3рБ 2рС (22%). Густота лісових культур в цьому типі лісорослинних умов при посадці була найвищою: $3 \times 0,5$ м (43%), $2,5 \times 0,6$ (22% площ), $1,5 \times 0,5$ м (22%). В умовах вологих сугрудків застосовували 10 варіантів змішування,

найбільш розповсюдженими з яких були: 10р С + груша (37%), 10р С (13%) і ЗрЯл 2рД + К (12%). На 22% зрубів були висаджені культури із головною породою дуб звичайний. У цьому типі лісорослинних умов практикується разом зі звичною схемою висадки $3 \times 0,5$ м (40%) створювати лісові культури із широкими міжряддями $4 \times 0,6-0,8$ (44%).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Інструкція з проектування, технічного приймання, обліку та оцінки якості лісокультурних об'єктів – Наказ Державного Комітету Лісового Господарства від 19.08.2010 р.
2. Almqvist C. 1998 Root development and stability Conference held in Garpenberg, Sweden, 30 September–1 October 1997 Forestry Research Institute of Sweden Rep. 7 1 99 [Google Scholar]
3. Bärning, U. 1967. Studier av metoder för plantering av gran och tall på åkermark I södra och mellersta Sverige [Studies of methods employed in the planting of *Picea abies* (L.) H. Karst and *Pinus sylvestris* (L.) on farmland in southern and central Sweden]. *Studia Forestalia Suecica*, 50: 1–332. [Google Scholar]
4. Bergkvist, I., Lundmark, T., Rytter, L. and Thor, M. 2006. Uttag av biobränslen i ungskog Arbetsrapport 611, 1–17. Uppsala: Skogforsk. (In Swedish.) [Google Scholar]
5. Bergquist, J. 1998. Influence by ungulates on early plant succession and forest regeneration in south Swedish spruce forests. Swedish University of Agricultural Sciences. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria*, 55: 1–29. [Google Scholar]
6. Bergquist, J., Bergström, R. and Zakharenka, A. 2003a. Responses of young Norway spruce (*Picea abies*) to winter browsing by roe deer (*Capreolus capreolus*): Effects on height growth and stem morphology. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 18: 368–376. [Taylor & Francis Online], [Web of Science ®], [Google Scholar]
7. Bergquist J. Claesson S. Eriksson A. Fries C. 2010 Polytax 5/7 återväxttaxering: Resultat från 1999–2008 Rep. 6 1 44 Swedish Board of Forestry [Google Scholar]
8. Bergquist, J. and Örlander, G. 1996. Browsing deterrent and phytotoxic effects of roe-deer repellents on *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings.

Scandinavian Journal of Forest Research, 11: 145–152. [Taylor & Francis Online], [Web of Science ®], [Google Scholar]

9. Bergquist, J., Örlander, G. and Nilsson, U. 1999. Deer browsing and slash removal affects field vegetation on south Swedish clearcuts. *Forest Ecology and Management*, 115: 171–182. [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]

10. Bergquist, J., Örlander, G. and Nilsson, U. 2003b. Interactions among forestry regeneration treatments, plant vigour and browsing damage by deer. *New Forests*, 25: 25–40. [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]

11. Bernier, P. Y. and Gonzales, A. 1995. Effects of the physical properties of Sphagnum peat on the nursery growth of containerized *Picea mariana* and *Picea glauca* seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 10: 176–183. [Taylor & Francis Online], [Web of Science ®], [Google Scholar]

12. Bernier, P. Y., Stewart, J. D. and Gonzales, A. 1995. Effects of the physical properties of Sphagnum peat on water stress in containerized *Picea mariana* seedlings under simulated field conditions. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 10: 184–189. [Taylor & Francis Online], [Web of Science ®], [Google Scholar]

13. Bigras, F. J., Coursolle, C. and Margolis, H. A. 2004. Survival and growth of *Picea glauca* seedlings as a function of freezing temperatures and exposure times during budbreak and shoot elongation. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 19: 206–216. [Taylor & Francis Online], [Web of Science ®], [Google Scholar]

14. Björklund, N., Nordlander, G. and Bylund, H. 2003. Host-plant acceptance on mineral soil and humus by the pine weevil *Hylobius abietis* (L). *Agricultural and Forest Entomology*, 5: 61–65. [Crossref], [Google Scholar]

15. Boateng, J. O., Heineman, J. L., Bedford, L., Harper, G. J. and Linnell Nemec, F. L. 2009. Long-term effects of site preparation and postplanting vegetation control on *Picea glauca* survival, growth and predicted yield in boreal British Columbia. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 24: 111–129. [Taylor & Francis Online], [Web of Science], [Google Scholar]

16. Camm, E. L., Gay, R. D., Kubien, D. S., Goetze, D. C., Silim, S. N. and Burton, P. J. 1995. Physiological recovery of freezer-stored white and Engelmann spruce seedlings planted following different thawing regimes. *New Forests*, 10: 55–77. [Google Scholar]
17. Danielsson, M., Kännaste, A., Lindström, A., Hellqvist, C., Stattin, E., Långström, B. and Borg-Karlsson, A.-K. 2008. Mini-seedlings of *Picea abies* are less attacked by *Hylobius abietis* than conventional ones: Is plant chemistry the explanation?. *Scandinavian Journal of Forestry Research*, 23: 299–306. [Taylor & Francis Online], [Google Scholar]
18. Davies, R. J. 1985. The importance of weed control and the use of tree shelters for establishing broadleaved trees on grass-dominated sites in England. *Forestry*, 58: 167–180. [Crossref], [Web of Science®], [Google Scholar]
19. Egnell, G. and Valinger, E. 2003. Survival, growth and growth allocation of planted Scots pine trees after different levels of biomass removal in clear-felling. *Forest Ecology and Management*, 177: 65–74. [Crossref], [Web of Science®], [Google Scholar]
20. Eiche, V. 1966. Cold damage and plant mortality in experimental plantations with Scots pine in northern Sweden. *Studia Forestalia Suecica*, 36: 1–218. [Google Scholar]
21. Eriksson, G., Andersson, S., Eiche, V., Ifver, J. and Persson, A. 1980. Severity index and transfer effects on survival and volume production of *Pinus sylvestris* in northern Sweden. *Studia Forestalis Suecica*, 156: 1–32. [Google Scholar]
22. Fløistad, I. S. 2002. Effects of excessive nutrient supply and short day treatment on autumn frost hardiness and time of budbreak in *Picea abies* seedlings. *Scandinavian Journal of Forestry Research*, 17: 295–303. [Taylor & Francis Online], [Web of Science®], [Google Scholar]
23. Fløistad, I. S. and Kohmann, K. 2001. Effects of thawing procedure on frost hardiness, carbohydrate content and timing of budbreak in *Picea abies*.

Scandinavian Journal of Forest Research, 16: 30–36. [Taylor & Francis Online], [Web of Science ®], [Google Scholar]

24. Fløistad, I. S. and Kohmann, K. 2004. Influence of nutrient supply on spring frost hardiness and time of bud break in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seedlings. *New Forests*, 27: 1–11. [Crossref], [Google Scholar]

25. Gemmel, P., Örlander, G. and Högberg, K. A. 1991. Norway spruce cuttings perform better than seedlings of the same genetic origin. *Silvae Genetica*, 40: 198–202. [Google Scholar]

26. Grossnickle, S. C. and Folk, R. S. 2003. Spring versus summer spruce stock of western Canada: Nursery development and field performance. *Western Journal of Applied Forestry*, 18: 267–275. [Crossref], [Google Scholar]

27. Hånell, B. 1988. Postdrainage forest productivity of peatlands in Sweden. *Canadian Journal of Forest Research*, 18: 1443–1456. [Crossref], [Google Scholar]

28. Hannerz, M. 1999. Early testing of growth rhythm in *Picea abies* for prediction of frost damage and growth in the field. Swedish University of Agricultural Sciences. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria*, 85: 1–45. [Google Scholar]

29. Hannerz, M., Thorsén, Å., Mattsson, S. and Weslien, J. 2002. Pine weevil (*Hylobius abietis*) damage to cuttings and seedlings of Norway spruce. *Forest Ecology and Management*, 160: 11–17. [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]

30. Hänninen, H., Luoranen, J., Rikala, R. and Smolander, H. 2009. Frozen-stored seedling of Norway Spruce: Effect of planting date on the risk of autumn frost damage. *Silva Fennica*, 43: 817–830. [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]

31. Heiskanen, J. 1993. Favourable water and aeration conditions for growth media used in containerized tree seedling production: A review. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 8: 337–358. [Taylor & Francis Online], [Web of Science ®], [Google Scholar]

32. Heiskanen, J., Lahti, M., Luoranen, J. and Rikala, R. 2009. Nutrient loading has a transitory effect on the nitrogen status and growth of outplanted Norway spruce seedlings. *Silva Fennica*, 43: 249–260. [[Crossref](#)], [[Web of Science ®](#)], [[Google Scholar](#)]
33. Heiskanen, J. and Rikala, R. 2000. Effect of peat-based container media on establishment of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings after transplanting in contrasting water conditions. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 15: 49–57. [[Taylor & Francis Online](#)], [[Web of Science ®](#)], [[Google Scholar](#)]
34. Helenius, P. 2005. Effect of thawing regime on growth and mortality of frozen-stored Norway spruce container seedlings planted in cold and warm soil. *New Forests*, 29: 33–41. [[Crossref](#)], [[Google Scholar](#)]
35. Luoranen, J., Helenius, P., Huttunen, L. and Rikala, R. 2007. Short-day treatment enhances root egress of summer planted *Picea abies* seedlings under dry conditions. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22: 384–389. [[Taylor & Francis Online](#)], [[Web of Science ®](#)], [[Google Scholar](#)]
36. Luoranen, J., Konttinen, K. and Rikala, R. 2009. Frost hardening and risk of a second flush in Norway spruce seedlings after an early-season short-day treatment. *Silva Fennica*, 43: 235–247. [[Crossref](#)], [[Web of Science ®](#)], [[Google Scholar](#)]
37. Luoranen, J., Lahti, M. and Rikala, R. 2008. Frost hardiness of nutrient-loaded two-year-old *Picea abies* seedlings in autumn and at the end of freezer storage. *New Forests*, 35: 207–220. [[Crossref](#)], [[Google Scholar](#)]
38. Luoranen, J., Lappi, J., Zhang, G. and Smolander, H. 2006a. Field performance of hybrid aspen clones planted in summer. *Silva Fennica*, 40: 257–269. [[Crossref](#)], [[Google Scholar](#)]
39. Luoranen, J., Rikala, R., Konttinen, K. and Smolander, H. 2005. Extending the planting period of dormant and growing Norway spruce container seedlings to early summer. *Silva Fennica*, 39: 481–496. [[Crossref](#)], [[Web of Science ®](#)], [[Google Scholar](#)]

40. Luoranen, J., Rikala, R., Konttinen, K. and Smolander, H. 2006b. Summer planting of *Picea abies* container-grown seedlings: Effects of planting date on survival, height growth and root egress. *Forest Ecology and Management*, 237: 534–544. [[Crossref](#)], [[Web of Science ®](#)], [[Google Scholar](#)]
41. Luoranen, J., Rikala, R. and Smolander, H. 2003. Root egress and field performance of actively growing *Betula pendula* container seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 18: 133–144. [[Taylor & Francis Online](#)], [[Web of Science ®](#)], [[Google Scholar](#)]
42. Luoranen J. Saarinen V.-M. 2004 Koneellinen istutus ja sen onnistuminen [Success of mechanized planting] *TaimiUutiset* 2/2004 17 21 (In Finnish.) [[Google Scholar](#)]
43. Luoranen, J. and Viiri, H. 2005. Insecticides sprayed on seedlings of *Picea abies* during active growth: Damage to plants and effect on pine weevils in bioassay. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 20: 47–53. [[Taylor & Francis Online](#)], [[Web of Science ®](#)], [[Google Scholar](#)]
44. Morris, L. A. and Lowery, R. F. 1988. Influences of site preparation on soil conditions affecting stand establishment and tree growth. *Southern Journal of Applied Forestry*, 12: 170–178. [[Crossref](#)], [[Google Scholar](#)]
45. Murphy W. F. Wiebe R. P. F. S. 2006 *Shallow site jack pine outplanting success using Jiffy mini-plug 1842 mm pellets with two planting tools* (Res. Rep. X-11-06) Thunder Bay, ON Forest Renewal Cooperative, Faculty of Forestry and the Forest Environment [[Google Scholar](#)]
46. Nieuwenhuis, M. and Egan, D. 2002. An evaluation and comparison of mechanized and manual planting on afforestation and reforestation sites in Ireland. *International Journal of Forest Engineering*, 13(2): 11–23. [[Taylor & Francis Online](#)], [[Google Scholar](#)]
47. Thorsén, Å., Mattsson, S. and Weslien, J. 2001. Influence of stem diameter on the survival and growth of containerized Norway spruce seedlings attacked by pine weevils (*Hylobius abietis*). *Scandinavian Journal of Forest*

Research, 16: 54–66. [Taylor & Francis Online], [Web of Science ®], [Google Scholar]

48. Vapaavuori, E. M., Rikala, R. and Ryyppö, A. 1992. Effect of root temperature on growth and photosynthesis in conifer seedlings during shoot elongation. *Tree Physiology*, 10: 217–230. [Crossref], [PubMed], [Web of Science ®], [Google Scholar]

49. Von Sydow, F. and Örländer, G. 1994. The influence of shelterwood density on *Hylobius abietis* (L.) occurrence and feeding on planted conifers. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 9: 367–375. [Taylor & Francis Online], [Web of Science ®], [Google Scholar]

50. Wallertz, K. 2009. Pine weevil feeding in Scots pine and Norway spruce regenerations. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae*, 60: 1–46. [Google Scholar]