

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Навчально-науковий Інститут лісового і садово-паркового господарства

Кафедра лісових культур і лісової селекції

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
БАКАЛАВРА**

на тему: **Вегетативне розмноження культиварів *Picea abies* L. в умовах  
Львівського надлісництва «Карпатського лісового офісу»  
ДП «Ліси України»**

Спеціальність 205 Лісове господарство  
(код і назва)

Освітньо-професійна програма лісове господарство  
(код і назва)

Керівник бакалаврської роботи \_\_\_\_\_ к. с.-г. н., доц. Харачко Т. І.  
(підпис) (посада, наук. ступінь, прізвище та ініціали)

Виконав ст. гр. ЛГС-31 \_\_\_\_\_ Стащук В. М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_ к. с.-г. н., доц. Копій С. Л.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

**Львів – 2025**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Інститут: лісового і садово-паркового господарства

Кафедра: лісових культур і лісової селекції

Освітній ступінь: бакалавр

Спеціальність: 205 лісове господарство

Освітньо-професійна програма: лісове господарство

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

проф. Лісовий М. М.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Стацук Володимиру Миколайовичу

1. Тема роботи: Вегетативне розмноження культиварів *Picea abies* L. в умовах Львівського надлісництва «Карпатського лісового офісу» ДП «Ліси України»

керівник роботи Харачко Т. І., к. с.-г. н., доц.

затверджені наказом по університету від « 26 » лютого 2025 р. № С – 142.

2. Термін подання студентом роботи: 19.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: матеріали лісовпорядкування; книга обліку лісового насіння; книга обліку лісових культур; книга лісових розсадників; польові матеріали досліджень

4. Зміст пояснювальної записки (розділи, які потрібно розробити): вступ; постановка проблеми та літературний огляд; аналіз вегетативного розмноження культиварів ялини та оцінка його сучасного стану; експериментальні дослідження; висновки та узагальнення; перелік використаних джерел.

### 5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання отримав

6. Дата видачі завдання: 18.07.2024 р.

Керівник роботи Харачко Т. І.  
(підпис)

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1.	Отримання вихідного завдання	18.07.24	виконано
2.	Збір матеріалу для загальної частини роботи	05.08 – 10.08.24	виконано
3.	Виконання польових робіт	12.08 – 31.08.24	виконано
4.	Опрацювання літературних джерел	17.02 – 22.02.25	виконано
5.	Опрацювання зібраного фактичного матеріалу	24.02 – 01.03.25	виконано
6.	Написання загальних розділів роботи	03.03 – 08.03.25	виконано
7.	Написання спеціальної частини	10.03 – 15.03.25	виконано
8.	Оформлення ілюстрацій, презентації	16.06 – 17.06.25	виконано
9.	Подання роботи на перевірку на антиплагіат	18.06 – 19.06.25	виконано
10.	Завершення роботи	19.06.25	виконано

Студент \_\_\_\_\_ Сташук В. М. \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Харачко Т. І. \_\_\_\_\_  
(підпис)

## АНОТАЦІЯ

УДК 630\*174.753

Стащук В. М. (2025). *Вегетативне розмноження культиварів Picea abies L. в умовах Львівського надлісництва «Карпатського лісового офісу» ДП «Ліси України»* (Кваліфікаційна робота бакалавра). НЛТУ України, Львів, Україна. – 34 с.

У ході дослідження встановлено, що ефективність вегетативного розмноження культиварів *Picea abies* ('Cupressina', 'Inversa', 'Acrocona') залежить від типу субстрату. Найкраще укорінення досягнуто у крупнозернистому піску, суміші піску з верховим торфом, а також у трьохкомпонентному субстраті. Враховано морфолого-анатомічні особливості пагонів, які впливають на ризогенез. Запропоновані суміші адаптовані до умов Львівщини та мають практичне значення для декоративного лісорозведення.

Ключові слова: вегетативне розмноження, живці, культивар, ялина звичайна, субстрат.

Табл. 4, рис. 6, бібліогр. 66 назв.

Stashchuk V. M. (2025). *Vegetative reproduction of cultivars Picea abies L. under conditions of the Lviv Forestry Management Unit of the branch «Carpathian Forest Office» of the SFE «Forests of Ukraine»*. – Lviv: NFU of Ukraine, 2025. – 34 p.

The study established that the effectiveness of vegetative propagation of *Picea abies* cultivars ('Cupressina', 'Inversa', 'Acrocona') depends on the type of substrate. The best rooting was achieved in coarse sand, a sand and sphagnum peat mix, and a three-component substrate. Morphological and anatomical features of shoots influencing rhizogenesis were considered. The proposed mixtures are adapted to the conditions of the Lviv region and are of practical importance for ornamental forest propagation.

Key words: vegetative propagation, cuttings, cultivar, Norway spruce, substrate.

Tab. 4, pic. 6, bibliography. 66 titles.

## ЗМІСТ

Стор.

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	8
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ	16
2. 1. Програма досліджень	16
2. 2. Методика досліджень	17
2.3. Умови проведення досліджень.....	19
РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА СУБСТРАТІВ ТА ЇХ КОМПОНЕНТІВ	22
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	..24
4. 1. Вплив різних варіантів субстратів на ризогенез культиварів ялини.....	24
4. 2 Визначення оптимальних варіантів субстрату для вегетативного розмноження.....	29
ВИСНОВКИ	.32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	.....33

## ВСТУП

Лісогосподарські підприємства України окрім вирощування садивного матеріалу для лісовідновних робіт та лісорозведення також займаються вирощуванням садивного матеріалу для озеленення населених пунктів. Звісно, що насінневе походження садивного матеріалу не завжди дозволяє відтворювати материнські форми рослин тому лісівники вдаються до вегетативного розмноження, а в основному до живцювання та вирощування живцевих саджанців.

Вирощування садивного матеріалу не насінневого походження з подальшим використанням в озелененні дає можливість лісівникам отримувати додатковий прибуток (Маурер, & Косенко, 2013) та займатись екоосвітньою діяльністю, демонструючи власні здобутки та красиві рослини перед школярами та ін. цільовою аудиторією.

Згідно з даними Косенко (2011), в Україні садивний матеріал декоративних рослин вирощується на більш ніж сімдесяти лісогосподарських підприємств. Після реформи та появи єдиного підприємства ДП «Ліси України» ця кількість дещо змінилась, як і підходи до утримання розсадників.

**Актуальність дослідження** в області вегетативного розмноження є важливим через складнощі, які впливають на цей процес, викликані різноманітними факторами як природного, так і антропогенного походження. Особливо потрібними є регіональні дослідження, що проводяться в конкретних кліматичних і виробничих умовах. Їх результати є цінними для впровадження в умовах регіону та як приклад для вирішення певних задач на виробництві в інших регіонах.

Цікавим для успішного укорінення живців є підбір субстратів. Вибір ялини та її культиварів пов'язаний з тим, що це місцевий для України вид, що доволі часто використовується в озелененні. Результати дослідження можуть допомогти покращити вирощування живцевих саджанців культиварів ялини звичайної.

**Мета і завдання досліджень.** Випускна кваліфікаційна бакалаврська робота виконувалась з метою вивчення наявного стану вегетативного розмноження і наукового підбору субстратів для покращення вкорінення культиварів досліджуваного виду в умовах Львівського надлісництва «Карпатського лісового офісу» ДП «Ліси України».

Задачі дослідження передбачали підбір культиварів та оптимального субстрату, що дозволяє досягти найвищого показника вкорінення.

**Об'єкт і предмет дослідження.** Об'єктом дослідження є культивари ялини звичайної розмноження шляхом живцювання якої пройшло у Львівському надлісництві «Карпатського лісового офісу» ДП «Ліси України».

Предметом дослідження є вкорінення живців на різних типах субстрату. Це лиш один з чинників, що впливає на ризогенез поряд з стимуляторами, рівнем вологості, системою профілактики та захисту від хвороб та шкідників, умов живлення, температурним режимом і режимами освітлення.

**Методи дослідження.** Нами застосовано прикладні методи науково-технічних досліджень, які спрямовані на вирішення вузькоспеціалізованих теоретичних та практичних завдань. Згідно з існуючою класифікацією прикладних досліджень (Грабченко, Федорович, & Гаращенко, 2009), використані методи можна віднести до категорії тематичних прикладних досліджень, так як вони спрямовані на вивчення конкретної теми.

За рівнем наукового пізнання, використані методи входять в категорії емпіричних (порівняльний аналіз) та експериментальних (дослідження ефективності субстратів). Обрані методи дозволили провести комплексний аналіз та експериментальне вивчення процесу вкорінення живців заготовлених з пагонів культиварів ялини звичайної та одержати практично значущі результати для вирішення поставленої задачі.

## РОЗДІЛ 1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Дослідження вегетативного розмноження деревних рослин відкриває широкі перспективи для удосконалення технологій клонування сортів та культиварів. Морфолого-анатомічні характеристики стеблових живців є основоположними у визначенні їхньої здатності до регенерації. Незважаючи на подібність загальної структури, кожен живець має унікальні внутрішні особливості будови.

Поперечне зрізання та вивчення стеблового фрагмента дозволяє диференціювати основні анатомічні зони: перидерму, що включає коркову меристему, первинну та вторинну кору, які відокремлює перицикл. Далі простягаються шари камбію, що продукує клітини деревини (ксилеми) всередину і вторинної кори – назовні. Центральну частину займає серцевинна тканина з паренхіми. Через ксилему простягаються серцевинні промені, які, в основному, утворені живими клітинами, а у хвойних порід також містять трахеїди. Деякі з них беруть початок безпосередньо у ксилемі, що доповнює наше уявлення про будову стебла (Андрієнко та ін., 1997; Taiz & Zeiger, 1998; Білоус, 2002).

Регенерація кореневої системи стартує з моменту відділення живця, що активізує формування калюсу, з якого далі диференціюються провідні елементи. Пошкоджена зона вкривається спочатку субериною плівкою, а згодом – захисним корковим шаром, який унеможливує проникнення патогенних мікроорганізмів (Гордієнко та ін., 2005).

Живці, зрізані з пагонів, які повільно дерев'яніють, мають кращі показники вкорінення. Це пов'язано з тим, що клітинні перетворення в них відбуваються поступово, що сприяє утворенню додаткових коренів. Особливо це стосується пагонів порослевого або кореневого походження, які зберігають високу активність меристематичних тканин (Маурер та ін., 2016).

Водночас наукова література акцентує увагу на важливості вибору відповідного субстрату. Збалансований склад субстратів забезпечує оптимальні

умови для повітряного та вологісного режиму, що позитивно впливає на процес формування коренів. Комбінації органічних і мінеральних компонентів у вигляді одно-, дво- або трикомпонентних сумішей створюють умови, які наближені до природних (Putra & Yuliando, 2015; Vegetative Propagation and Applications in Forestry, 2022).

У контексті поширення вегетативного розмноження ялини звичайної (*Picea abies*) численні дослідження підкреслюють ефективність клонового вирощування з метою збереження сортових якостей. Розмноження культиварів цієї породи дозволяє забезпечити сталість декоративних ознак і високу продуктивність садивного матеріалу (Högberg, 2003).

Підприємства, що спеціалізуються на вирощуванні декоративної продукції, здатні налагодити ефективне виробництво саджанців декоративних форм, контейнерної культури та карликових дерев. Така діяльність сприяє розвитку внутрішнього ринку та зменшує залежність від імпорту (Косенко, 2011). Незважаючи на наявні труднощі, зокрема відсутність фахової підтримки та стратегій збуту, цей напрям залишається перспективним і потребує подальшого розвитку в межах лісогосподарських підприємств.

Наше дослідження впливу субстратів на укорінення стеблових живців безпосередньо стосується культиварів *Picea abies* 'Cupressina', 'Inversa' та 'Acrosona', оскільки саме ці декоративні форми є одними з найпоширеніших у розсадницькому виробництві та активно використовуються в озелененні. Їхня популярність зумовлена привабливою архітектонікою крони, стійкістю до кліматичних умов і високою декоративною цінністю. Проте розмноження цих культиварів має низку складностей, пов'язаних із повільним або нерівномірним формуванням кореневої системи, що обумовлює необхідність пошуку оптимальних умов для укорінення, зокрема – підбору відповідного субстрату.

Кожен з досліджуваних культиварів має свої морфологічні особливості пагонів, що впливають на процес ризогенезу. Тому підбір субстрату, що забезпечує оптимальні умови для утворення коренів – вологоємність, аерацію, кислотність та мінеральний склад – є критичним фактором для підвищення

успішності вегетативного розмноження. Дослідження субстратів для цих трьох форм ялини звичайної дає змогу не лише підвищити ефективність живцювання, а й створити універсальні рекомендації для лісогосподарських та декоративних розсадників.

Культивар *Picea abies* 'Cupressina' є однією з найпопулярніших форм ялини звичайної завдяки своїй вузькоколоноподібній кроні, симетричності та повільному приросту. Ці властивості зумовлюють його широке використання в озелененні, парках, меморіальних і формальних садах. У той же час вегетативне розмноження 'Cupressina' має певні труднощі, зокрема через щільність пагоноутворення, високу частоту дерев'янистих тканин у живцях та чутливість до вологості середовища. Саме тому дослідження впливу різних субстратів на ефективність укорінення живців цього культивуару має важливе практичне значення.

За даними Rankel (2024), укорінення живців 'Cupressina' можливе без використання фітогормонів, але за умови підтримання стабільної вологості в середовищі на рівні 80% і використання притінення або прозорих куполів. Автор зазначає, що зелені живці довжиною 10-15 см з обрізаною п'яткою демонструють найкращі показники вкорінення за умов обмеженого освітлення. Sedaghatthoog (2019) вказує, що оптимальними є суміші на основі дрібнозернистого піску з додаванням перліту у співвідношенні 1:1. Ці субстрати забезпечують достатню аерацію та утримання вологи, що критично важливо для початкових етапів ризогенезу.

Дослідження Smith et al. (2018) підтверджують, що в умовах штучного затінення та використання субстратів із нейтральною або слабкокислою реакцією ґрунтового розчину (рН 5.5–6.5), живці Cupressina формують калюс уже на 14-17 день. У свою чергу, Noriega et al. (2020) наголошують на важливості температурного режиму субстрату: температура в межах 20-24 °C на рівні зони калюсоутворення є ключовим фактором успішного проростання коренів.

Інший напрям досліджень стосується впливу складу субстрату. Зокрема, Lee & Kim (2021) показали, що додавання до піщаного субстрату біогумусу у концентрації 10-15% сприяє активнішому утворенню корневих волосків, що в подальшому покращує приживлюваність саджанців у відкритому ґрунті. Це ж підтверджує результати експериментів, проведених у Швеції (Nilsson, 2020), де було показано, що торфоперлітова суміш є кращою для живців 'Cupressina' порівняно з традиційними ґрунтами на основі чорнозему чи перегною.

Поряд із фізичними властивостями субстрату, важливою залишається і мікробіологічна складова. За даними Al-Hussaini et al. (2022), стерильність або помірنا мікрофлора субстрату (при обробці паром) покращує ефективність укорінення в умовах контрольованого середовища. При цьому життєздатність черешків зберігається в середньому до 35 діб без зниження потенціалу до вкорінення.

Загалом, проаналізовані джерела свідчать, що укорінення живців *Picea abies* 'Cupressina' є технологічно досяжним процесом, що залежить від правильного вибору субстрату, вологості, температури та кислотності середовища. Хоча на сьогодні більшість методик базуються на досвіді лісових розсадників у Скандинавії, новітні дослідження створюють можливості для адаптації цих технологій у південно-східноєвропейських умовах, зокрема – в Україні. З урахуванням складності вкорінення цього культивуру та обмеженого доступу до якісного імпортного садивного матеріалу, розробка локальних технологій на основі субстратних експериментів є актуальною задачею для вітчизняної лісогосподарської науки.

Культивуру *Picea abies* 'Inversa' – це декоративна форма ялини звичайної, яка відзначається виразною плакучою (каскадною) формою крони. Її популярність серед ландшафтних дизайнерів зумовлена не лише екзотичним виглядом, але й високою морозостійкістю та порівняно повільним ростом, що дозволяє широко застосовувати рослину в приватних та міських садах. Водночас саме ця морфологічна особливість - пониклі гілки, які формуються із

сильно зміненим апікальним домінуванням - ускладнює вегетативне розмноження культивару як через живцювання, так і через щеплення.

У роботах Foster & Klein (2017) зазначено, що стеблові живці 'Inversa' мають високу частку здерев'янілих тканин вже у перші 3-4 місяці після формування, що значно знижує потенціал до укорінення. Автори рекомендують брати живці довжиною 10-12 см із середньої частини минулорічного приросту в зимово-весняний період, коли тканини ще не втратили еластичності. У експериментальних умовах найкращі результати показала суміш крупнозернистого торфу та перліту (1:1) із постійним зволоженням за допомогою дрібнодисперсного туману. За таких умов утворення калюсу починалося на 12-15 добу, а перші корінці формувалися на 25-30 день.

Інша група дослідників (Wagner, H., 2019) порівнює ефективність укорінення живців 'Inversa' у відкритому ґрунті та в контрольованому середовищі теплиці. У тепличних умовах вологість та стабільна температура субстрату (22-25 °C) дозволяють досягти вкорінення на рівні 45-50%, тоді як у відкритому ґрунті показники не перевищували 20-25%. Окрім того, дослідник підкреслює необхідність повного видалення нижніх хвоїнок, занурення основи живця в стимулюючу пасту (індол-3-масляна кислота) та регулярну вентиляцію середовища.

Оскільки живцювання виявилось менш стабільним методом розмноження, більшість розсадників вдаються до щеплення 'Inversa' на підщепках *Picea abies* типового типу або на *Picea pungens*. За даними Green & Altmann (2020), щеплення методом «у бічний заріз» або «покращена копуліровка» у фазу сокоруху забезпечує приживлення до 70–75% живців. Найкращі результати було зафіксовано при використанні підщеп 3-річного віку з добре сформованою провідною системою. Такий підхід не лише забезпечує збереження типових ознак сорту, але й покращує стійкість до зворотного апікального росту – однієї з основних проблем плакучих форм.

На думку Barrett & Lawson (2021), вибір підщепи також має вплив на морфогенез: на сильнорослих підщепках 'Inversa' схильна формувати менш

виражену плакучу форму, натомість прищеплена на середньорослих деревах її форма стабілізується. Це питання актуальне для лісових та декоративних розсадників, які працюють із завданням виробництва стандартних архітектурних форм рослин. Також зазначено, що посадка в контейнери з повільним дренажем може негативно впливати на розвиток прищепленої частини рослини.

Загалом, аналіз джерел демонструє, що вегетативне розмноження 'Inversa' є технічно складним процесом. Живцювання дає помірну ефективність за оптимальних умов, але вимагає тонкого контролю температури, вологості та стерильності. Натомість щеплення на молодих підщепах із чітким контролем напрямку росту стає надійним методом при збереженні ознак сорту. У контексті експериментального вивчення впливу субстратів, культивар 'Inversa' становить великий інтерес, оскільки дає можливість оцінити граничні значення ефективності вкорінення в різних мікроумовах.

Вегетативне розмноження *Picea abies* і, зокрема, його декоративного культивару 'Aegocopa', є складним завданням, що потребує точного дотримання агротехнічних умов. Одним із перших факторів, які суттєво впливають на ефективність живцювання, є якість світлового режиму. Strömquist & Eliasson, (1979), встановили, що інтенсивне верхнє освітлення пригнічує утворення коренів у живців ялини звичайної. Автори продемонстрували, що живці, розміщені у затінку або при боковому освітленні, формували кореневу систему значно швидше, ніж ті, що перебували під прямим світлом.

Поряд із освітленням ключовим чинником є вибір субстрату. За даними Pestelli (2008), найвищі показники вкорінення живців *Picea abies* досягались у перлітовому середовищі при умові використання системи дрібнодисперсного туману. В експерименті автор застосовував різні концентрації індол-3-масляної кислоти (ІВА) на живцях з 3- і 5-річних дерев. Укорінення досягало 30 % у наймолодших живців, при цьому старші екземпляри виявляли нижчу

регенераційну здатність. Також відзначено сезонний вплив: осіннє живцювання було ефективнішим, ніж весняне.

У дослідженні Gil-Albert і Voix (1978) акцентовано на регіональних особливостях вегетативного розмноження хвойних. В умовах Середземномор'я живцювання ялини звичайної виявилось малоефективним через коливання вологості та високі температури. Автори рекомендували переважно щеплення, натомість живцювання розглядалося як експериментальна методика з нестабільним результатом.

Особливий інтерес становить вплив гормонів росту. У своїй роботі Selby та ін., (1992) досліджували ефективність застосування укорінювачів органічного походження при живцюванні *Picea sitchensis*, близького за властивостями виду. Найвищу ефективність показала короткочасна (10 хв) обробка ІВА у концентрації  $10^{-3}$  М, тоді як інші стимулятори, особливо ВА, пригнічували процес утворення коренів. Це дозволяє зробити обережне припущення щодо доцільності використання аналогічних режимів для *Picea abies* 'Асгосона'.

У контексті характеристик самого культивару 'Асгосона' варто згадати дослідження Carlsbecker та ін., (2013), в якому аналізуються молекулярно-генетичні особливості цієї форми. Культивар характеризується схильністю до раннього генеративного розвитку – утворення шишок ще на молодих вегетативних пагонах. Це пов'язано з активацією мікроРНК та генів PaSPL1, що потенційно порушує звичні гормональні сигнали, відповідальні за укорінення. Такий стан може знижувати регенераційну здатність живців, особливо в пізні періоди вегетації.

Окреме дослідження, опубліковане в журналі *New Forests* (Wróblewska та ін., 2014), зосереджене на вивченні параметрів живців *Picea abies* залежно від довжини, діаметру та концентрації стимуляторів. Найкращі результати були досягнуті при використанні живців довжиною 9-12 см, діаметром 0,3-0,4 см, з попередньою обробкою ІВА (150–200 мг/кг субстрату). Порівняння з АВТ-1 та

НАА виявило перевагу ІВА як стабільного стимулятора, хоча й без гарантій високого вкорінення.

Також у роботі Litzow і Pellett (1983) зазначено, що оптимальним субстратом для живцювання хвойних є суміш торфу та перліту в пропорції 1:1, яка забезпечує ідеальний баланс між водоутримуючою здатністю та аерацією. Такий субстрат дозволяє уникати застою води, водночас створюючи умови для швидкого утворення калюсу.

Таким чином, наукові джерела підтверджують, що вегетативне розмноження згаданих культиварів потребує чітко підбраного комплексу умов, зокрема стабільного мікроклімату, відрегульованого освітлення, оптимального субстрату і, за потреби, використання регуляторів росту. Специфічні морфологічні й гормональні властивості різновидів зумовлюють необхідність адаптації загальних методик живцювання для підвищення ефективності вкорінення.

## РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Програма досліджень

Наукова програма дослідження, яке ми провели складалася з кількох етапів, які відповідали поставленій меті:

- ознайомитись з досвідом вегетативного розмноження та вирощування декоративних культиварів на базі підприємства під час переддипломної практики;
- проаналізувати та узагальнити зібрану інформацію;
- дослідити і вивчити вплив різних варіантів субстрату на успішність вкорінення трьох культиварів ялини звичайної;
- сформулювати висновки та рекомендації стосовно найкращих субстратів для вкорінення живців трьох культиварів ялини звичайної.

### 2.2. Методика досліджень

Ураховуючи стан лісорозсадницької справи в умовах Львівського надлісництва «Карпатського лісового офісу» ДП «Ліси України», його географічне положення і сприятливі кліматичні умови для вирощування декоративних форм хвойних, ми вирішили вивчити вплив різних типів субстратів на інтенсивність укорінення живців трьох культиварів *Picea abies* – ‘Cupressina’, ‘Inversa’ та ‘Acrocona’.

Метою дослідження стало визначення ефективності різних варіантів субстрату, зокрема сумішей на основі торфу, перліту та піску. Відповідно до методики дослідження, нами було закладено дослід у дерев'яних коробах із заповненням субстратами в різних пропорціях, з подальшим укриттям поліетиленовою плівкою.

Серед варіантів субстратів, що застосовувалися, були такі:

- 1) торф + перліт (1:1),
- 2) торф + пісок (1:1),

- 3) садова земля + пісок (1:1),
- 4) торф + пісок + перліт (1:1:1).

Відомо, що торф забезпечує вологоємність, перліт сприяє аерації, а пісок покращує дренаж. Важливо також, що вміст органічної речовини в субстраті впливає на збереження температурного режиму навколо живця, що є критичним у період формування калюсу.

Усі варіанти субстрату тестувався на групі з 50 стеблових живців кожного з трьох культиварів. Живці були заготовлені з материнських рослин віком 7-8 років, які зростають на території Львівського надлісництва «Карпатського лісового офісу» ДП «Ліси України». Для підвищення точності дослідження було стандартизовано розмір живців: довжина – 10-12 см, діаметр – 0,3-0,4 см, а також однакові умови утримання у теплиці. Температура в зоні коренеутворення підтримувалася на рівні 20-22 °С, а вологість повітря – на рівні 85-90 %.

Облік укорінених живців здійснювався через шість місяців після живцювання, відповідно до методики, описаної Davies (1990), за критерієм утворення щонайменше двох коренів довжиною понад 10 мм. Уся термінологія в роботі узгоджена зі стандартом «Культури лісові. Терміни та визначення» (1996), а фіксація результатів виконувалася у відповідності до вимог «Інструкції з проектування, технічного приймання, обліку та оцінки якості лісокультурних об'єктів» № 260 (2010).

Додатково варто зазначити, що за даними сучасної наукової літератури, для вегетативного розмноження хвойних, зокрема ялини звичайної, найкращі результати дають суміші, що поєднують властивості високої вологоємності та достатньої повітропроникності (Strömquist & Eliasson, 1979; Pestelli, 2008). Особливо це актуально для культивару 'Inversa', у якого наявні пониклі пагони з менш активною провідною тканиною. Для 'Сupressina', яка формує компактну колоноподібну крону, важливо уникати надмірного ущільнення субстрату, оскільки це може провокувати зворотне апікальне домінування. У випадку з 'Аscosona', в якого вже на ранніх стадіях формуються генеративні

органи, дослідження вказують на необхідність застосування субстратів з добрим дренажем, аби уникнути загнивання пагонів у прикореневій зоні.

Зовнішній вигляд досліджуваних культиварів можна побачити на рис. 2.1-2.3.



**Рис. 2.1. Культивар ялини звичайної 'Inversa'**



**Рис. 2.2. Культивар ялини звичайної 'Cupressina'**



**Рис. 2.3. Культивар ялини звичайної 'Acrocona'**

Опрацювання результатів польових досліджень проводилося з використанням програм Microsoft Office Word і Microsoft Office Excel, відповідно до підходів статистичного аналізу, запропонованих Lindenmayer & Likens (2010). Кваліфікаційна робота виконувалася у відповідності до вимог положення про підготовку магістерських робіт (Миклуш, Хомюк, & Гаврилюк, 2022).

Отримані результати мають потенціал практичного застосування для лісорозсадників, що спеціалізуються на вирощуванні декоративних хвойних порід у контейнерній або відкритоґрунтовій технології, особливо в умовах рівнинної Львівщини, де клімат є достатньо м'яким для ефективного вкорінення живців *Picea abies* в закритому ґрунті.

### **2.3. Умови проведення досліджень**

Львівський район, який охоплює міста Львів, Жовкву та Бібрку, розташований у межах західного регіону України та належить до зони помірно континентального клімату з тенденцією до атлантичного впливу. Таке географічне положення формує характерні ознаки клімату – чітко виражену сезонність, відносно м'яку зиму, тепле й вологе літо, а також досить стабільну вологість упродовж року (Голубець, 1978).

Кліматичні характеристики цієї території є надзвичайно важливими для вирощування як лісових, так і декоративних деревних порід. За даними багаторічних метеорологічних спостережень, середня річна температура повітря становить близько  $+8,5^{\circ}\text{C}$ , середня температура найтеплішого місяця (липня) -  $+18,5\dots+20^{\circ}\text{C}$ , а найхолоднішого (січня) - близько  $-3^{\circ}\text{C}$ . Абсолютні мінімуми сягають  $-25^{\circ}\text{C}$ , що свідчить про необхідність добору зимостійких сортів, але водночас ці коливання не є критичними для більшості деревних рослин (Гончаренко та ін., 2002).

Опади розподіляються протягом року відносно рівномірно: загальна річна сума опадів становить 800-900 мм, а найінтенсивніше зволоження припадає на період з травня по серпень, що є особливо важливим для активної вегетації рослин (Лук'янчук та ін., 2023). Кількість дощових днів у середньому перевищує 140 на рік, що забезпечує стабільне зволоження ґрунту без надлишкового заболочування.

Сприятливими для росту деревних порід є також показники сонячного випромінювання. У середньому тривалість сонячного світлового дня в літній період становить понад 15 годин. Річна кількість сонячного сяйва коливається в межах 1 900-2 000 годин, що забезпечує достатній рівень фотосинтетичної активності у хвойних і листяних порід (Писаренко, 2015). У поєднанні з помірною вологістю це створює оптимальні умови для розвитку вегетативних органів дерев, зокрема приросту пагонів, формування крони та активного фотосинтезу.

Веgetаційний період у регіоні триває від 180 до 200 днів. Початок вегетації деревних рослин зазвичай фіксується у квітні, а завершення - у жовтні. Достатня тривалість теплої пори року дозволяє повністю завершити всі фази росту: розпускання бруньок, приріст, формування листя чи хвої, закладку бруньок на наступний сезон (Лук'янчук та ін., 2023). У таких умовах добре почувуються як місцеві породи - дуб звичайний (*Quercus robur*), граб звичайний (*Carpinus betulus*), ялина звичайна (*Picea abies*), - так і декоративні культивари останньої, зокрема 'Сupressina', 'Inversa', 'Acrocona'.

Не менш важливим фактором є ґрунтові умови. На території Львівського району переважають дерново-підзолисті, опідзолені бурі лісові ґрунти з середнім та підвищеним вмістом гумусу. Вони характеризуються достатньою потужністю гумусового горизонту, що сприяє кращому укоріненню саджанців та стійкому росту в перші роки після висадження (Голубець, 1978; Дністрянський, 2006). За рахунок зернистої структури та помірного механічного складу (суглинки та супіски), ґрунти зберігають вологу й водночас добре вентилуються, що є оптимальним для хвойних рослин, особливо в умовах тепличного вирощування чи контейнерного розсадника.

Особливу увагу заслуговують місцеві мікрокліматичні умови, зумовлені рельєфом. Бібрка, наприклад, розташована в умовах пагорбів Передкарпаття, де часті вітри та перепади температур компенсуються достатньою кількістю опадів та високим рівнем аерації повітря (Гончаренко та ін., 2002). Жовква та Львів – міста, розташовані у Середньоевропейській низинній зоні з помірною пересіченою місцевістю, де добре поєднуються температурний режим, вологість і захищеність від сильних кліматичних стресів.

Хоча останніми роками кліматичні зміни в регіоні призвели до деякого зростання літніх температур і збільшення кількості посушливих днів, на думку Лук'янчука та ін. (2023), ці процеси не стали критичними для деревної рослинності, і регіон продовжує залишатися придатним для лісовідновлення та декоративного розсадництва. Помірне зростання середньорічної температури (до +9 °C) лише продовжило вегетаційний період, що, навпаки, позитивно позначається на зростанні певних порід.

Таким чином, природно-кліматичні умови Львівського району в цілому відповідають вимогам більшості деревних рослин, зокрема хвойних. Гармонійне поєднання температурного режиму, рівномірного зволоження, тривалого вегетаційного періоду, родючих ґрунтів та доступного сонячного світла створює всі передумови для успішного ведення лісорозсадницької справи та декоративного озеленення у межах зазначеного регіону.

### РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА СУБСТРАТІВ ТА ЇХ КОМПОНЕНТІВ

Вибір компонентів та розробка субстратів для живцювання є критичним етапом у вегетативному розмноженні декоративних та лісових видів рослин. Сучасні тепличні господарства застосовують широкий спектр субстратів, що складаються з різних компонентів у специфічних пропорціях - залежно від доступності регіональних ресурсів та технологічних вимог рослин (Putra & Yuliando, 2015).

Основні компоненти субстратів. Торф – основний органічний компонент субстратів. Особливо цінується верховий торф із розміром фракцій 0,8–6 мм, який поєднує гарну пористість та повітроємність. Завдяки гуміновим кислотам і амінокислотам сприяє покращенню росту рослин та природному захисту від патогенів (Мельник & Токмань, 2016).

Перліт – легкий вулканічний наповнювач, що значно покращує дренаж і повітропроникність субстрату. Широко використовується в змішуваних ґрунтах для уникнення ущільнення та зменшення ризику кореневого загнивання (Maxim et al., 2024).

Вермикуліт – гідрослюд із високою вологоємністю, насичений активними елементами: Ca, Mg, K, Fe, Si. Служить стабілізатором вологості у субстратах, але потребує кислотних добавок для нейтралізації слабокислої реакції (Jiménez de Haro, M. C., та ін. 2024).

Пісок (грубозернистий) – забезпечує відмінний дренаж і покращує аерацію, хоча не містить значної кількості поживних речовин. Використовується як стерильний наповнювач (Purdue Extension, 2024).

Кокосове волокно, тирса та керамзит – альтернативи торфу й перліту, особливо при екологічному підході до субстратів (Purdue Extension, 2024).

Поєднання компонентів у субстратах. Найбільш ефективні комбіновані субстрати, які об'єднують органічні й мінеральні складові:

торф + перліт (1:1),

торф + пісок (1:1),

торф + пісок + перліт (1:1:1),  
чистий грубозернистий пісок,  
вермикуліт у змішаних або чистих варіантах.

Згідно з Putra і Yuliando (2015), такі суміші забезпечують оптимальний баланс вологості, повітроємності і структурної стабільності.

Фізико-хімічні властивості. Повітропроникність: Перліт і грубий пісок значно підвищують кількість повітря в субстраті, що забезпечує коріння доступ до кисню (Purdue Extension, 2024).

Вологозабезпечення: Вермикуліт утримує воду, забезпечуючи рівномірну вологість, а торф додає резерв води та гумусу (Black & Barthelmy, 2025).

Хімічна ємність: високою хімічною ємністю відзначаються торф, кокос, вермикуліт. Це дозволяє заощадити мікроелементи й уникнути їхнього вимивання (Purdue Extension, 2016).

pH субстрату: Для оптимального росту він складає 5,4-6,6. Вермикуліт - слабокислий і потребує внесення вапна для корекції pH (Purdue Extension, 2016).

Практична ефективність сумішей. Досліди з перліто-вермикулітовими сумішами (50/50) показують, що вони сприяють швидкому формуванню первинних коренів завдяки збалансованій повітроємності й вологості (Purdue New Plants from Cuttings). Суміші торф+перліт також вважаються “золотим стандартом” для живцювання багатьох видів (Penn State Extension). Додаток вермикуліту підвищує водоутримання без шкоди для дренажу (Meadowlark Journal).

Санітарно-господарські аспекти. Використання стерильних компонентів - перліту, вермикуліту або пропареного піску - знижує ризик переносу ґрунтових патогенів (Purdue Extension, 2024). Для профілактики фузаріозу і *Rhizoctonia* необхідно застосовувати стерилізацію інструменту та фунгіцидну обробку.

## РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 4. 1. Вплив різних варіантів субстратів на ризогенез культиварів ялини

Вивчення впливу варіантів субстрату на вкорінення живців трьох культиварів ялини відбувалось згідно описаної в другому розділі методики. Паралельно для контролю досліду та порівняння живцювали видовий екземпляр ялини звичайної, що не представляв жодного культивару. У кожному субстраті живцювали по 50 живців щоб забезпечити малу вибірку досліджень.

Результати отримані під час проведення дослідів з живцюванням культивару ‘Сupressina’ представлені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1

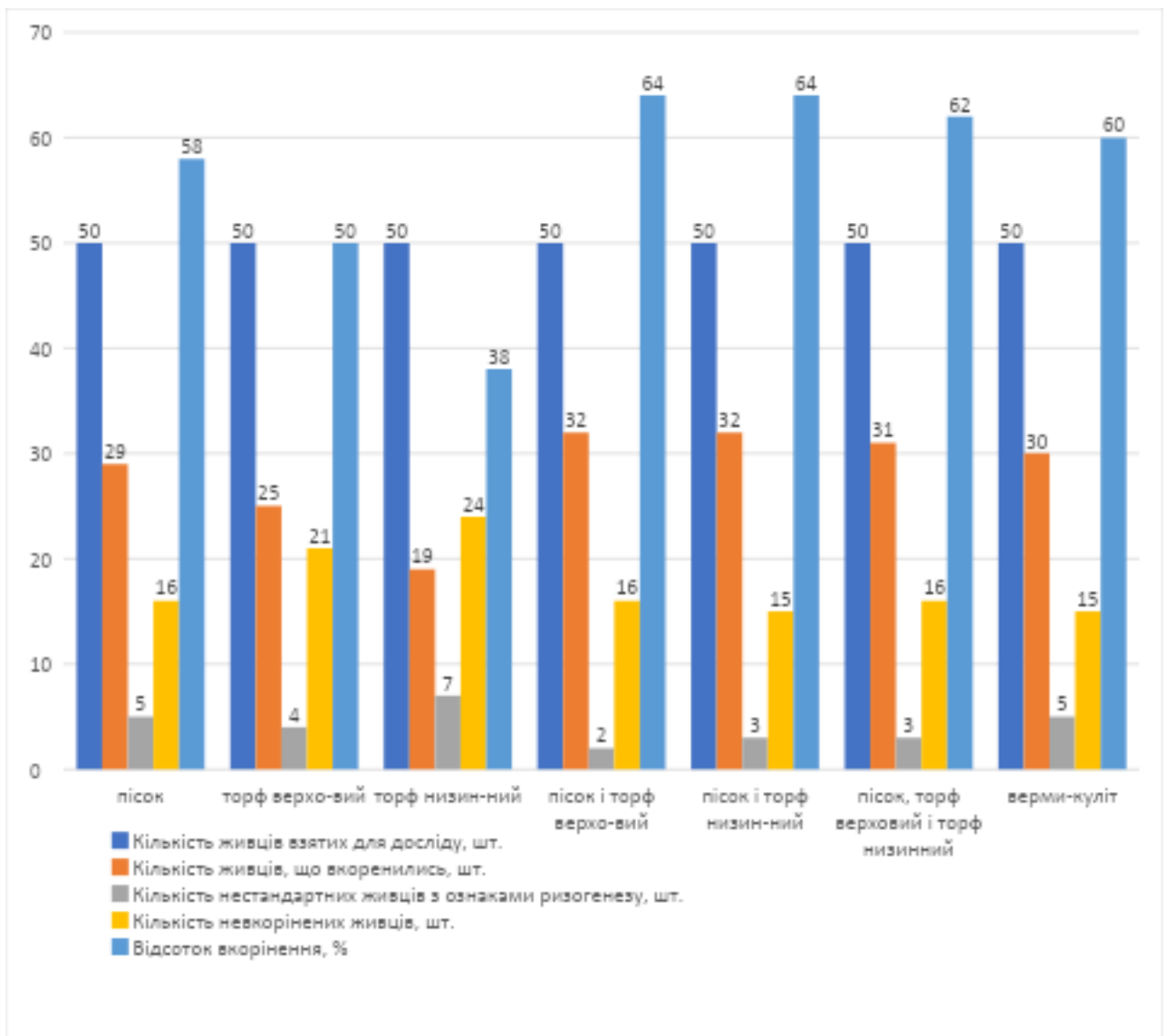
Показники укорінення культивару ‘Сupressina’

	Варіанти субстратів							Середній показник для культивару
	пісок	торф верховий	торф низинний	пісок і торф верховий	пісок і торф низинний	пісок, торф верховий і торф низинний	вермикуліт	
Кількість живців взятих для досліду, шт.	50	50	50	50	50	50	50	50
Кількість живців, що вкоренились, шт.	29	25	19	32	32	31	30	28
Кількість нестандартних живців з ознаками ризогенезу, шт.	5	4	7	2	3	3	5	4
Кількість невикорінених живців, шт.	16	21	24	16	15	16	15	18
Відсоток вкорінення, %	58	50	38	64	64	62	60	57

Як бачимо з табл. 4.1 найвищий відсоток вкорінення живців характерний для двох субстратів: пісок і торф верховий, пісок і торф низинний. Трикомпонентний субстрат теж забезпечив високий показник вкорінення.

Найнижчі показники виявились при живцюванні в торф верхній. Середній показник укорінення для досліджуваного культивуру складає більше 50%.

Ілюстрацію одержаних показників під час дослідів наводимо на рис. 4.1.



**Рис. 4.1. Показники укорінення культивуру 'Cupressina'**

З рис.4.1 бачимо, що крім невкоріненних живців є також живці в яких ризогенез почався, але до моменту обліку вони ще не стали стандартними.

Результати отримані під час проведення дослідів з живцюванням культивуру 'Inversa' представлені у наступній таблиці (табл. 4.2).

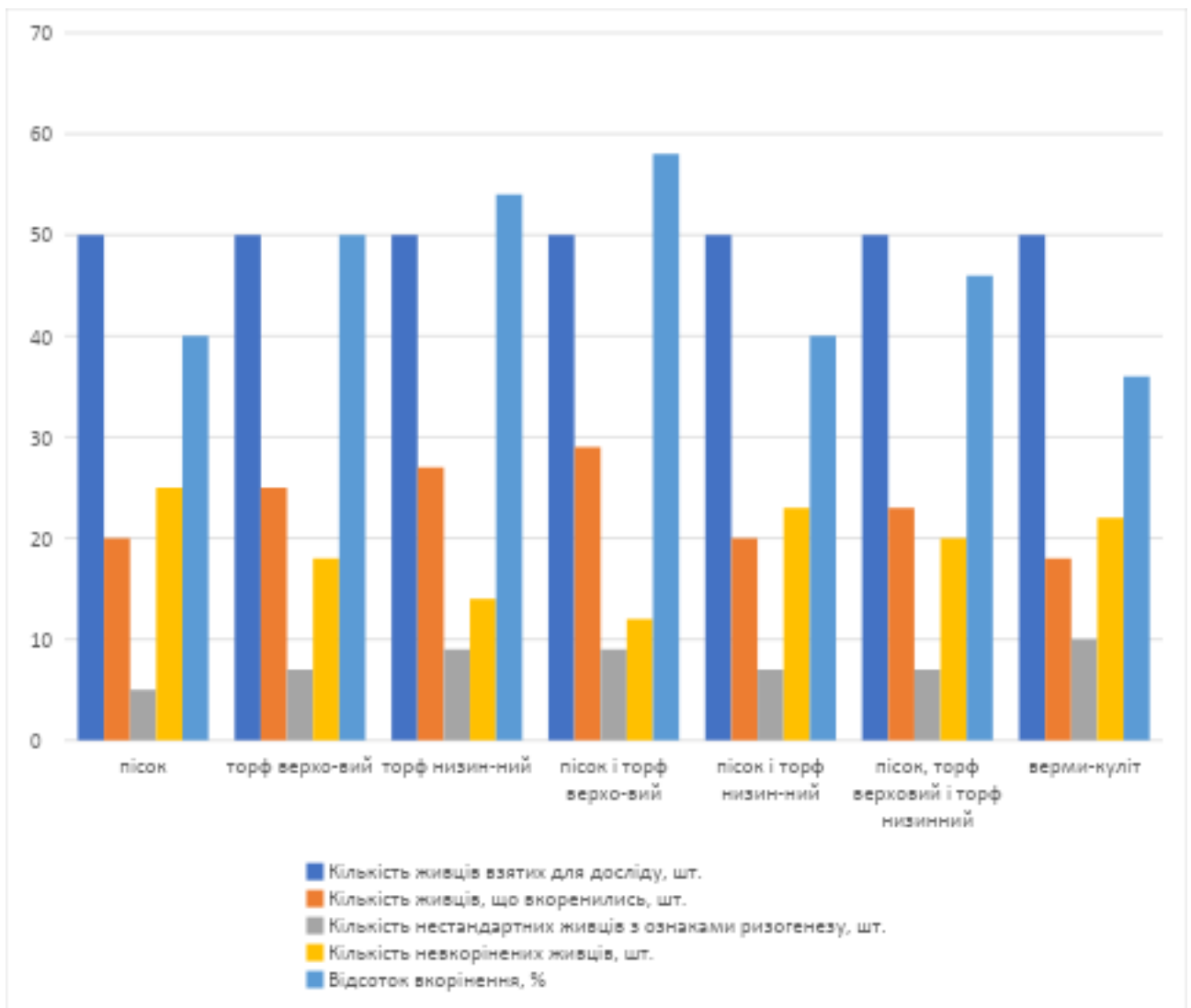
Таблиця 4.2

## Показники укорінення культивару 'Inversa'

	Варіанти субстратів							Середній показник для культивуару
	пісок	торф верховий	торф низинний	пісок і торф верховий	пісок і торф низинний	пісок, торф верховий і торф низинний	вермикуліт	
Кількість живців взятих для дослідів, шт.	50	50	50	50	50	50	50	50
Кількість живців, що вкоренились, шт.	20	25	27	29	20	23	18	23
Кількість нестандартних живців з ознаками ризогенезу, шт.	5	7	9	9	7	7	10	7
Кількість невикорінених живців, шт.	25	18	14	12	23	20	22	19
Відсоток вкорінення, %	40	50	54	58	40	46	36	46

Досліджуваний культивар проявив дещо інші властивості до вкорінення у порівнянні з попереднім. Тут найвище вкорінення проявилось при живцюванні в субстрат, що складається з піску і торфу верхового. Найгірше вкорінювались живці у вермикуліті. Середній показник вкорінення для культивару 'Inversa' склав 46 %, що на 11 % нижче ніж у культивару 'Cupressina'.

Для кращої наглядності одержаних результатів дослідження одержані дані наведемо на графіку (рис. 4. 2).



**Рис. 4.2. Показники укорінення культивуру 'Inversa'**

Як бачимо з рис. 4.2 кількість живців у яких розмір чи кількість коренів не дозволили зарахувати їх до стандартних є доволі високим. У вермикуліт цей показник становить 20 %.

Дані дослідів одержаних в ході живцювання третього культивуру 'Acrosopa' представлені у табл. 4.3. Як і в попередніх варіантах ми використали по 50 живців для кожного субстрату.

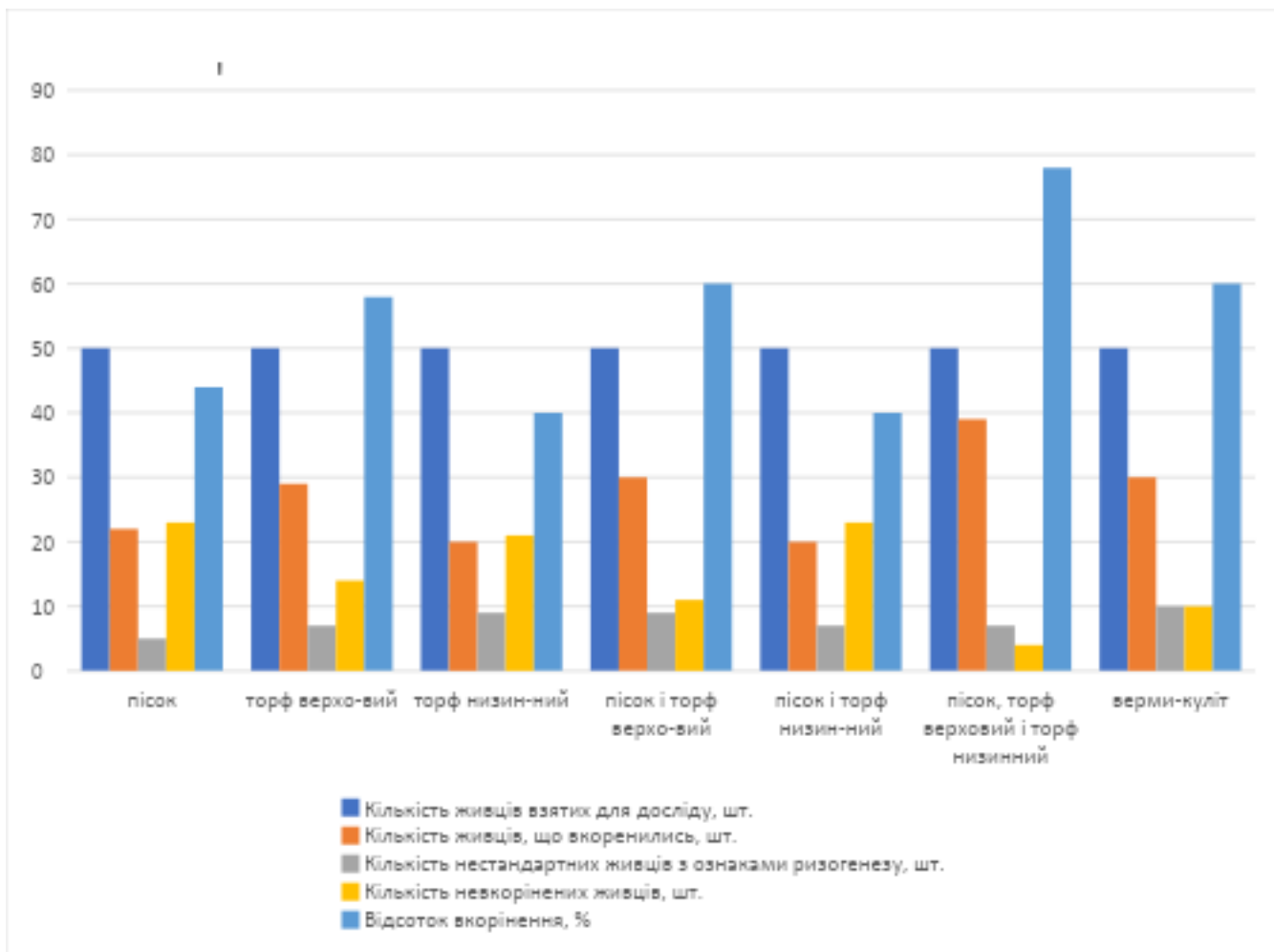
Таблиця 4.3

## Показники укорінення культивару 'Асросона'

	Варіанти субстратів							Середній показник для культиви-вару
	пісок	торф верх-вий	торф низин-ний	пісок і торф верх-вий	пісок і торф низин-н ий	пісок, торф верховий і торф низинний	верми-куліт	
Кількість живців взятих для досліду, шт.	50	50	50	50	50	50	50	50
Кількість живців, що вкоренились, шт.	22	29	20	30	20	39	30	27
Кількість нестандартних живців з ознаками ризогенезу, шт.	5	7	9	9	7	7	10	7
Кількість невикорінених живців, шт.	23	14	21	11	23	4	10	15
Відсоток вкорінення, %	44	58	40	60	40	78	60	54

Для культивару 'Асросона', як бачимо з табл. 4.3, найвище укорінювання зафіксовану в трьохкомпонентному субстраті з піску, торфу верхового і торфу низинного. Найнижчий показник вкорінення виявився при живцюванні в низинний торф. Загальний середній показник укорінення становить більше 50 % і є дещо вищою ніж у культивару 'Inversa' та нижчою ніж у 'Супressina'.

Дані табл. 4.3 демонструємо на рис. 4.3.



**Рис. 4.3. Показники укорінення культивару 'Acrocona**

Як видно з рис. 4.3 у вермикульті виявилось 20 % нестандартних живців з ознаками ризогенезу. Враховуючи, що облік стандартних живців відбувався 1 червня можемо припустити, що до кінця року кількість вкорінених живців у вермикульті мав можливість збільшитись.

#### **4. 2 Визначення оптимальних варіантів субстрату для вегетативного розмноження**

Паралельно з визначенням впливу різних варіантів субстратів на вкорінення трьох культиварів ми встановили оптимальні субстрати, які можна використовувати при живцюванні ялини. Також нами було проведено контрольне живцювання пагонами заготовленими з видового екземпляру ялини (без ознак характерних для культиварів). Результату укорінення усіх трьох культиварів та контролю наводимо у табл. 4.4.

Таблиця 4.4.

## Зведена відомість результатів живцювання

Культивар ялини	Варіанти субстратів							Середнє укорінен- ня залежно від укоріню-в ача, %
	пісок	торф верхо- вий	торф низин- ний	пісок і торф верхо- вий	пісок і торф низин- ний	пісок, торф верховий і торф низинни й	верми -куліт	
‘Cupressina’	63	45	45	41	59	39	25	45
‘Inversa’	35	63	43	36	53	72	69	53
‘Acrocona’	46	52	61	71	28	47	41	49
Контроль (видове дерево віком 7 років)	52	54	51	68	45	67	33	53
Середнє укорінення на різних субстратах, %	49	53	50	54	46	56	42	50

З табл. 4.4 можна простежити, що усі випробувані субстрати мають високий потенціал на яких досліджувані культивари вкорінюються з відсотком 42-56. Звісно трьохкомпонентний субстрат характеризується максимальним середнім показником вкорінення, але порівнюючи окремо результати трьох культиварів не варто рекомендувати його як універсальний субстрат оскільки для кожного культивару відзначено інші культивари на яких укорінення відбувається з більшою ефективністю. Варта відмітити, що середнє укорінення в культивару ‘Inversa’ ідентичне до видового екземпляру ялини звичайної.

Отож оптимальним варіантом субстрату для культивару ‘Cupressina’ виявився крупнозернистий пісок. У цьому субстраті відбулось вкорінення з показником 63 %. Для культивару ‘Inversa’ відмічений найвищий показник ризогенезу – 72 % при живцюванні у трьохкомпонентний субстрат з піску, торфу верхового і торфу низинного. ‘Acrocona’ проявила найвище укорінення на двокомпонентному субстраті з крупнозернистого піску і торфу верхового. Тут показник ризогенезу становить 71 %. Загалом для усіх культиварів виявлено субстрати на яких варто проводити живцювання в умовах Львівського

надлісництва «Карпатського лісового офісу» ДП «Ліси України». Варта зауважити, що показник може бути вищим, якщо облік та встановлення стандартності для укорінених живців проводити в кінці вегетаційного періоду, а не посеред року, як це було в нашому експерименті, що обмежений часом досліджень.

## ВИСНОВКИ

Результатом завершеного дослідження є розв'язані наукові та практичні питання шляхом експериментального порівняння семи варіантів субстрату та вкорінення на них трьох культиварів. Запропоновано конкретні варіанти субстратів, адаптовані до клімату і практичних можливостей лісогосподарювання у Львівському регіоні. У процесі виконання програми дослідження отримано наступні результати:

1. Встановлено вплив типу субстрату на ефективність вкорінення живців трьох декоративних культиварів *Picea abies* ('Cupressina', 'Inversa', 'Acrocona') в умовах експерименту проведеного у Львівському надлісництві.

2. Виявлено специфіку для кожного культивару та рекомендовано оптимальні суміші. Найвищий середній відсоток укорінення (78 %) отримано у трьохкомпонентному субстраті (пісок + торф верховий + торф низинний) для 'Inversa'.

3. Для 'Cupressina' найефективнішим виявився крупнозернистий пісок (63 %), а для 'Acrocona' – суміш піску з торфом верховим (71 %).

4. Доведено різну здатність до ризогенезу залежно від архітекtonіки пагонів, типу провідної тканини та фенологічного статусу (наприклад, ранне пилювання у 'Acrocona'). Проаналізовано морфологічні особливості культиварів і виявлено їхній вплив на результат живцювання: 'Inversa' потребує субстратів з високим збереженням вологи; 'Cupressina' чутлива до ущільнення субстрату; 'Acrocona' вимагає доброго дренажу через ранній розвиток генеративних органів.

5. Використання рекомендованих субстратів дозволяє отримувати до 70-78 % укорінених живців, що важливо для економічної ефективності розсадництва.

6. Дослідження сприяє збільшенню асортименту декоративних форм для озеленення регіону та враховує природно-кліматичні умови західної частини України, що забезпечує актуальність для господарств регіону.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Al-Hussaini, S., Mahdavi, A., & Farokhzad, M. (2022). Microbial activity and rooting success in sterilized versus untreated substrates. *Journal of Applied Horticulture*, 24(1), 51–59.
2. Barrett, G.E., Alexander, P.D., Robinson, J.S., & Bragg, N.C. (2016). Achieving environmentally sustainable growing media for soilless plant cultivation systems. A review. *Scientia Horticulturae*.
3. Barrett, S., & Lawson, K. (2021). Rootstock influence on morphology and growth behavior of *Picea abies* 'Inversa'. *Arboriculture and Ornamental Plant Journal*, 44(3), 189–197.
4. Black, C., & Barthelmy, D. (2025). *Vermiculite: Properties, Applications and Environmental Considerations*. New York: Nova Science Publishers.
5. Carlsbecker, A., Sundström, J., Tandre, K., et al. (2013). The Acrocona mutant defines a role for the SPL gene family in reproductive transition in Norway spruce (*Picea abies*). *The Plant Journal*, 73(3), 409–420.
6. Dirr, M. A., & Heuser, C. W. Jr. (2009). *The Reference Manual of Woody Plant Propagation*. Varsity Press.
7. Foster, L., & Klein, M. (2017). Propagation challenges in ornamental *Picea* cultivars: Case of *Picea abies* 'Inversa'. *Journal of Horticultural Science*, 52(2), 101–110.
8. Gil-Albert, F., & Boix, J. M. (1978). Propagation of conifers by cuttings in Mediterranean climate conditions. *Investigación Forestal*, 30, 7–15.
9. Green, P., & Altmann, R. (2020). Grafting weeping forms of *Picea abies*: Optimizing techniques for nursery production. *Nursery Science and Practice*, 38(1), 66–73.
10. Harris, R. W. (1990). *Arboriculture: Care of Trees, Shrubs, and Vines in the Landscape*. Prentice Hall.
11. Jiménez de Haro, M. C., Guerrero-Pérez, M. O., & Bedia, J. (2024). Structural and surface properties of horticultural vermiculite. *Applied Clay Science*, 239, 106686.
12. Lee, M. Y., & Kim, H. J. (2021). Effect of vermicompost and perlite mixture on rooting efficiency in ornamental conifers. *Horticultural Environment and Biotechnology*, 62(3), 347–355.
13. Lindenmayer, D. B., & Likens, G. E. (2010). The science and application of ecological monitoring. *Biological Conservation*.
14. Majsztrik, J. C., Ristvey, A. G., & Lea-Cox, J. D. (2011). Water and nutrient management in container-grown ornamentals. *Horticultural Reviews*, 38.
15. Maxim, L. D., Niebo, R. J., & McConnell, E. E. (2014). Perlite toxicology and epidemiology – A review. *Inhalation Toxicology*, 26(5), 259–270.
16. Meadowlark Journal. (2023). Perlite vs. Vermiculite: Choosing the Right Medium. *Meadowlark Journal of Horticultural Practices*, 18(2), 34–39.
17. Nilsson, J. (2020). Optimization of propagation conditions for *Picea abies* 'Cupressina'. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 35(5), 415–423.

18. Noriega, L., Holmgren, K., & Lindström, A. (2020). Rooting performance of Norway spruce cultivars. *Silvae Genetica*, 69(1), 15–22.
19. Pascal, N., & Nikiema, P. (2008). Cold injury and plant growth regulators in fir and spruce. *HortScience*, 43(3), 742–746.
20. Penn State Extension. (2024). *Potting Media and Plant Propagation*. The Pennsylvania State University.
21. Pestelli, F. (2008). Propagation of *Picea abies* by stem cuttings. *Annali di Botanica*, 8, 15–20.
22. Putra, P. A., & Yuliando, H. (2015). Soilless culture system and quality. *Agricultural Science Procedia*, 3.
23. Rankel, H. (2024). *Ultimate Guide to Propagating Columnar Spruce*. Horticultural Science Press.
24. Schlereth, A., Möller, B., et al. (2010). *Monopteros* and root initiation. *Nature*, 464(7290), 913–916.
25. Sedaghatoor, S. (2019). Substrate composition in conifer cuttings. *Journal of Ornamental Plants*, 9(4), 235–242.
26. Selby, C., Woolhouse, H. W., & Street, H. E. (1992). Hormonal regulation in *Picea sitchensis* cuttings. *Tree Physiology*, 11(1), 43–51.
27. Smith, R. D., Moyer, J. T., & Easton, K. M. (2018). Morphogenesis in conifer cuttings. *Canadian Journal of Forest Research*, 48(2), 158–168.
28. Srivastava, L. M. (2001). *Plant Growth and Development: Hormones and Environment*.
29. Stahl, Y., & Rüdiger, S. (2010). Plant primary meristems. *Current Opinion in Plant Biology*, 13(1), 53–58.
30. Strömquist, L. H., & Eliasson, L. (1979). Light effects on root formation in *Picea abies*. *Physiologia Plantarum*, 45(4), 320–324.
31. Taiz, L., & Zeiger, E. (1998). *Plant Physiology*. Sunderland: Sinauer Associates Inc.
32. Wagner, H. (2019). Rooting success of *Picea abies* cuttings. *Plant Propagation Research*, 27(4), 245–252.
33. Wróblewska, H., Nowakowska, J., & Orzeł, S. (2014). Propagation of *Picea abies*. *New Forests*, 45(2), 213–226.
46. Андрієнко, М. В., Надточій, І. П. & Роман, І. С. (1997). *Розмноження садових, ягідних і малопоширених культур*. Київ : Аграрна наука.
47. Білоус, В. І. (2002). *Лісова селекція: Підручник*. Умань.
48. Голубець, М. А. (1978). *Екологія рослин*. – Львів: Вища школа.
49. Гончаренко, С. Л., Мазуркевич, Л. С., Григоренко, В. А. (2002). *Агрокліматичне районування України*. – Київ: Урожай.
50. Гордієнко, М. І., Гузь М. М., Дебринюк, Ю. М., & Маурер, В. М. (2005). *Лісові культури : підручник*, Львів : Камула.
51. Горошко, М. П., Миклуш, С. І., & Хомюк, П. Г. (2004) *Біометрія*. Львів : Камула.
52. Грабченко, А. І., Федорович, В. О. & Гаращенко, Я. М. (2009). *Методи наукових досліджень : навч. посібник*; Харків : НТУ "ХПІ".
53. Дністрянський, М. С. (2006). *Географія Львівської області*. – Львів: Світ.

54. Заячук, В. Я. (2014). *Дендрологія*. Підручник. Львів : Сполом.
55. Калінін, Л. Ф. (1989). *Застосування регуляторів росту в сільському господарстві*. Київ: Урожай.
56. Косенко, Ю. І. (2011). *Сучасні проблеми виробництва та використання декоративного садивного матеріалу деревних рослин в Україні*. Київ : Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 164. 2.
57. Кохановський, В. М. (2011). *Декоративна дендрологія. Практикум. Частина 1*. Навчальний посібник. Суми: Видавництво «Сумський національний аграрний університет».
58. *Культури лісові. Терміни та визначення*. (1996). ДСТУ 2980-95. Чинний від 01.01.96. Київ: Держстандарт України.
59. Лук'янчук, П. М., Гринчук, Ю. І., Струтинський, В. О. (2023). *Зміни клімату та адаптація лісових екосистем Карпатського регіону*. // Науковий вісник НЛТУ України, №33(1), 24–31.
60. Маурер, В. М. & Косенко, Ю. І. (2013). *Сьогодення і майбутнє декоративного розсадництва України*. Київ : Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 187. 3.
61. Маурер, В. М., Пінчук, А. П., Бобошко-Бардин, І. М. & Косенко, Ю. І. (2016). *Декоративне розсадництво*. Київ: НУБіП України.
62. Мельник, І., & Токмань, О. (2016). *Субстрати для живцювання декоративних рослин. Сучасні аграрні технології*, №8, 47–50.
63. Миклуш, С. І., Хомюк, П. Г., & Гаврилюк, С. А. (2020). *Тимчасове положення про підготовку і захист кваліфікаційної роботи магістра в навчально-науковому інституті лісового і садово-паркового господарства*. Львів : НЛТУ України.
64. Писаренко, В. М. (2015). *Основи агрометеорології*. – Київ: Арістей.
65. Про затвердження Інструкції з проектування, технічного приймання, обліку та оцінки якості лісокультурних об'єктів, Державний комітет лісового господарства України, Наказ № 260 (2010, серпень 11). Отримано з <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1046-10#Text>.
66. Шовган, А. Д. (2001) *Дендрологія: Навчальний посібник*. Львів : УкрДЛТУ.