**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСТИТЕТ**
**БІОРЕСУРСІВ І**
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
**ННІ ЛІСОВОГО І САДОВО–ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА**

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**
**Завідувач кафедри відтворення**
**лісів та лісових меліорацій**

_____ **Андрій ПІНЧУК**
(підпис)

«_____»
_____20 ___р.

# БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: ПІДВИЩЕННЯ СХОЖОСТІ НАСІННЯ *PINUS NIGRA SSP. PALLASIANA***

Спеціальність: 205 «Лісове господарство»

**Гарант освітньої програми**
канд. с.–г. наук, доцент _____ Наталія ПУЗРІНА

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи**

канд. с.–г. наук, доцент _____ Олексій БОЙКО

Виконав _____ Василь ЯНУШЕВСЬКИЙ

**КИЇВ – 2026**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСТИТЕТ**
**БІОРЕСУРСІВ І**
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
**ННІ ЛІСОВОГО І САДОВО–ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**
**Завідувач кафедри**

**Відтворення лісів та лісових меліорацій**
канд. с.–г. наук, доц._____
_____Пінчук А. П. **«_____» _2026**
**року**

# З А В Д А Н Н Я

## НА ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

**Янушевському Василю Васильовичу**

Спеціальність 205 Лісове господарство
(код і назва)

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра: **Підвищення схожості насіння *Pinus nigra ssp. pallasiana*** затверджена наказом ректора НУБіП України від

Термін подання завершеної роботи на кафедру 30.05.2026

1. Проаналізувати наукову літературу щодо біологічних особливостей сосни кримської (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) та сучасних підходів до підвищення посівних якостей насіння хвойних порід із використанням біопрепаратів і регуляторів росту.
2. Охарактеризувати умови проведення досліджень у лабораторії in vitro та лісовому розсаднику кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій.
3. Дослідити вихідні посівні якості насіння *Pinus nigra* ssp. *pallasiana* (енергію проростання та лабораторну схожість).
4. Вивчити вплив біопрепаратів на енергію проростання, лабораторну схожість та морфометричні показники проростків у лабораторних умовах.
5. Провести порівняльну оцінку ефективності різних біопрепаратів щодо підвищення посівних якостей насіння сосни кримської.
6. Дослідити вплив біопрепаратів та мінеральних добрив на ріст і розвиток сіянців у умовах лісового розсадника.

**Дата видачі завдання «12» грудня 2025 р.**

**Керівник бакалаврської**

**кваліфікаційної роботи _____Бойко О. Л**

**Завдання прийняв до виконання _____Янушевський В.В.**

# РЕФЕРАТ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі на тему «Підвищення схожості насіння *Pinus nigra* ssp. *pallasiana*» розглянуто теоретичні та практичні аспекти підвищення посівних якостей насіння сосни кримської, а також ефективність використання біопрепаратів і елементів живлення в умовах *in vitro* та лісового розсадника.

У *першому* розділі наведено аналіз літературних джерел щодо біологічних особливостей *Pinus nigra* ssp. *pallasiana*, її господарського значення, особливостей насіння та факторів, що впливають на його схожість. Обґрунтовано актуальність інтенсифікації вирощування садивного матеріалу та підкреслено значення передпосівної підготовки насіння, зокрема застосування біологічно активних речовин та стимуляторів росту.

У *другому* розділі описано матеріали та методи дослідження. Дослідження проводилися з використанням насіння сосни кримської в лабораторних умовах *in vitro* та у лісовому розсаднику кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій. Визначали енергію проростання, лабораторну схожість, довжину проростків, а також біометричні показники сіянців. Облік результатів здійснювали згідно з чинними стандартами, а отримані дані обробляли методами варіаційної статистики.

У *третьому* розділі досліджено вплив біопрепаратів на посівні якості насіння сосни кримської. Встановлено, що найвищу лабораторну схожість забезпечили Планриз (92,1 %) та Триходермін (91,0 %), що перевищує контроль (75,6 %) відповідно на 16,5 % та 15,4 %. Також ці препарати сприяли збільшенню довжини проростків до 4,0–4,1 см. Гаупсин показав помірний ефект, тоді як Мікосан–Н та Фітоспорин мали слабший вплив на досліджувані показники.

У *четвертому* розділі оцінено вплив біопрепаратів та мінеральних добрив на ріст і розвиток сіянців у розсаднику. Встановлено, що біопрепарати сприяли підвищенню висоти сіянців до 119 %, діаметра кореневої шийки до 121 %, а також збільшенню повітряно–сухої маси до 131 % порівняно з контролем.

Найефективнішими виявилися Гаупсин і Планриз. Використання добрив також позитивно впливало на біометричні показники, але в комплексі з біопрепаратами забезпечувало найвищий рівень розвитку сіянців.

**Ключові слова**: *Pinus nigra* ssp. *pallasiana*, сосна кримська, схожість насіння, енергія проростання, біопрепарати, передпосівна обробка, стимулятори росту, мінеральні добрива, in vitro, лісовий розсадник, біометричні показники, садивний матеріал.

**ЗМІСТ**


| | | |
|---|---|---|
| | ВСТУП | 5 |
| **РОЗДІЛ 1** | **ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИРОЩУВАННЯ *PINUS NIGRA* SSP. *PALLASIANA*……** | 7 |
| | 1.1.Біологічні особливості, поширення та господарське значення *Pinus nigra* ssp. *pallasiana*.…. | 7 |
| | 1.2. Морфологічні особливості шишок, насіння та закономірності проростання сосни кримської……. | 11 |
| | 1.3.Посівні якості насіння *Pinus nigra* ssp. *pallasiana* та фактори, що впливають на його схожість……. | 13 |
| | 1.4. Методи підвищення схожості насіння *Pinus nigra* ssp. | 15 |
| | 1.5.Інтенсифікація вирощування садивного матеріалу сосни кримської…… | 17 |
| | Висновки до 1 розділу | 19 |
| **РОЗДІЛ 2** | **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ……** | 20 |
| | 2.1.Методика визначення енергії проростання та схожості насіння сосни кримської в лабораторних умовах…… | 20 |
| | 2.2.Методика визначення енергії проростання та схожості насіння сосни кримської в умовах відкритого грунту……. | 22 |
| | Висновки до 2 розділу……. | 25 |
| **РОЗДІЛ 3** | РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ СХОЖОСТІ НАСІННЯ *PINUS NIGRA* SSP. *PALLASIANA* В ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ……. | 26 |
| | 3.1. Вплив біопрепаратів на якісні показники насіння сосни кримської (в лабораторних умовах)……... | 26 |
| | 3.2.Вплив розчинів мінеральних добрив на лабораторну схожість та якісні показники насіння сосни кримської…… | 29 |
| | Висновки до 3 розділу……. | 31 |
| **РОЗДІЛ 4** | РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ СІЯНЦІВ *PINUS NIGRA* SSP. *PALLASIANA* В УМОВАХ ВІДКРИТОГО ГРУНТУ…… | 32 |
| | 4.1. Вплив біопрепаратів та мікродобрив на морфометричні показнки сіянців сосни кримської в умовах відкритого грунту……... | 32 |
| | Висновки до 4 розділу ……. | 37 |
| | ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ…… | 38 |
| | СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ…….. | 40 |
| | ДОДАТКИ…… | 44 |

# ВСТУП

Актуальність теми. Сосна кримська (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) є цінним лісоутворювальним деревним видом, який характеризується високою посухостійкістю, стійкістю до несприятливих умов середовища та широкими перспективами використання у лісорозведенні й озелененні. Водночас однією з проблем вирощування якісного садивного матеріалу є недостатня схожість насіння, що зумовлює необхідність пошуку та впровадження ефективних способів передпосівної підготовки. Підвищення схожості насіння сприятиме збільшенню виходу стандартного садивного матеріалу та підвищенню ефективності лісогосподарського виробництва.

**Мета роботи** – дослідити вплив біопрепаратів та мінеральних добрив на підвищення схожості насіння *Pinus nigra* ssp. *pallasiana* та якісних показників сіянців у лабораторних умовах та в умовах відкритого грунту.

**Об'єкт дослідження** – процес проростання насіння та формування сіянців сосни кримської (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*).

**Предмет дослідження** – вплив біопрепаратів та мінеральних добрив на енергію проростання, лабораторну схожість насіння та якісні показники сіянців *Pinus nigra* ssp. *pallasiana*.

Методи дослідження – лабораторний метод (визначення енергії проростання та лабораторної схожості насіння в умовах *in vitro*); польовий метод (визначення якісних показників сіянців лісовому розсаднику кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій); варіаційно–статистичний метод (обробка отриманих даних, визначення середніх значень і похибок); порівняльний метод (оцінка ефективності різних біопрепаратів і добрив відносно контролю).

# РОЗДІЛ 1
# ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИРОЩУВАННЯ *PINUS NIGRA* SSP. *PALLASIANA*

## 1.1. Біологічні особливості, поширення та господарське значення *Pinus nigra* ssp. *pallasiana*

Поліська зона України є одним із основних регіонів ведення лісового господарства, де хвойні породи займають значні площі та відіграють важливу екологічну й господарську роль. В умовах змін клімату, підвищення частоти посушливих періодів та зростання антропогенного навантаження особливого значення набуває питання розширення асортименту деревних порід, придатних для створення високопродуктивних і стійких насаджень (рис. 1.1).

Рис. 1.1. Насадження сосни кримської (*фото автора*)

Однією з перспективних порід для використання в лісовому господарстві є сосна кримська (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*), яка характеризується високою посухостійкістю, стійкістю до несприятливих чинників навколишнього середовища та здатністю успішно рости на бідних ґрунтах. Зазначені властивості роблять її перспективною для створення лісових культур у різних природно–кліматичних умовах, зокрема й у поліській зоні України.

Важливою передумовою успішного вирощування садивного матеріалу є отримання високих показників схожості насіння. Однак посівні якості насіння можуть залежати від його походження, умов зберігання та способів передпосівної підготовки. Тому актуальним є пошук ефективних методів підвищення схожості насіння сосни кримської, що дозволить збільшити вихід стандартного садивного матеріалу та підвищити ефективність роботи лісових розсадників.

У зв'язку з цим дослідження, спрямовані на вивчення способів підвищення схожості насіння *Pinus nigra* ssp. *pallasiana,* мають важливе наукове та практичне значення для лісового господарства України.

Сосна кримська (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) належить до родини Соснові (Pinaceae) та є одним із підвидів сосни чорної (*Pinus nigra*). Вона характеризується високою екологічною пластичністю, значною довговічністю та здатністю адаптуватися до різноманітних природно–кліматичних умов [12, 23].

У природних умовах сосна кримська поширена переважно в гірських районах Кримського півострова, де формує чисті та мішані насадження. Крім України, окремі популяції цього підвиду трапляються в Туреччині, на Балканському півострові та в країнах Східного Середземномор'я [19, 27]. Завдяки високій посухостійкості та невибагливості до родючості ґрунтів сосна кримська широко використовується в лісомеліоративних насадженнях за межами природного ареалу [4].

Дерева сосни кримської досягають висоти 25–35 м, а за сприятливих умов можуть перевищувати 40 м. Стовбур прямий, добре очищується від сучків, крона у молодому віці конічна, а в старших дерев набуває широкоовальної або зонтикоподібної форми. Кора темно–сіра або майже чорна, глибокотріщинувата, що є однією з характерних ознак виду [17].

Хвоя жорстка, темно–зелена, зібрана по дві хвоїнки в пучку. Її довжина зазвичай становить 8–16 см. Хвоя зберігається на пагонах протягом 3–5 років,

що сприяє високій асиміляційній здатності дерев та забезпечує стабільний приріст навіть в умовах обмеженого зволоження [23].

Сосна кримська належить до світлолюбних порід і добре переносить високі температури повітря. Коренева система добре розвинена, що дозволяє деревам ефективно використовувати запаси вологи з глибоких горизонтів ґрунту. Завдяки цьому порода відзначається високою стійкістю до посух, суховіїв та інших несприятливих кліматичних факторів [12, 19].

Особливе значення сосна кримська має для створення захисних лісових насаджень, рекультивації порушених земель та заліснення малопродуктивних територій, а також на присадибних (рис. 1.2) та паркових ділянках. Її використовують під час створення полезахисних смуг, протиерозійних насаджень, а також у рекреаційних та декоративних цілях [4, 27].

Рис. 1.2. Сосна кримська на території присадибної ділянки (*фото автора*)

В останні десятиліття значно зріс інтерес до використання сосни кримської за межами її природного ареалу. У зв'язку зі змінами клімату та збільшенням частоти посушливих періодів ця порода розглядається як перспективна для створення стійких лісових насаджень у різних регіонах України, зокрема в умовах Полісся та Лісостепу [12, 23]. Водночас ефективність її впровадження значною мірою залежить від якості насіннєвого матеріалу та рівня його схожості, що обумовлює актуальність досліджень, спрямованих на вдосконалення технологій вирощування садивного матеріалу цієї породи [17].

## 1.2. Морфологічні особливості шишок, насіння та закономірності проростання сосни кримської

Насіннєве розмноження є основним способом відтворення сосни кримської (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*), тому вивчення морфологічних особливостей генеративних органів та закономірностей проростання насіння має важливе значення для лісового господарства [8, 21].

Сосна кримська є однодомною рослиною, у якої чоловічі та жіночі генеративні органи розміщуються на одному дереві. Запилення відбувається за допомогою вітру. Після запліднення формуються шишки, в яких відбувається розвиток і дозрівання насіння. Повний цикл формування насіння триває близько двох років [15, 31].

Шишки сосни кримської яйцеподібно–конічної або видовжено–конічної форми, довжиною 5–10 см і шириною 3–5 см. У період достигання вони набувають світло–коричневого або бурого забарвлення. Насінні луски тверді, дерев'янисті, із добре вираженим щитком, що забезпечує захист насіння від несприятливих зовнішніх чинників [9, 35].

Насіння сосни кримської відносно дрібне, яйцеподібне, темно–сірого або бурого кольору (рис 1.3). Воно має добре розвинене крильце, яке сприяє поширенню насіння вітром на значні відстані. Маса 1000 насінин може

коливатися залежно від умов росту материнських дерев, району заготівлі насіння та погодних умов року плодоношення [8, 15].

Рис. 1.3. Насіння сосни кримської (*фото автора*)

Якість насіння значною мірою залежить від генетичних особливостей насаджень, віку дерев, погодних умов у період формування шишок та умов зберігання після заготівлі. Найвищі показники схожості зазвичай мають повнозернисті насінини, які сформувалися в сприятливих умовах росту та були заготовлені в оптимальні строки [21].

Процес проростання насіння сосни кримської починається з поглинання води, у результаті чого активізуються фізіологічні та біохімічні процеси. Під впливом вологи відбувається набухання насіння, підвищується активність ферментів, розпочинається мобілізація запасних поживних речовин, необхідних для розвитку зародка [31].

Першою ознакою проростання є поява зародкового корінця, який забезпечує закріплення проростка в субстраті та початок поглинання води і мінеральних речовин. Після розвитку кореневої системи відбувається формування надземної частини рослини. За сприятливих умов температури та вологості проростання насіння може розпочинатися вже через декілька днів після висівання [9].

Для успішного проростання насіння сосни кримської важливими є температура, вологість, аерація субстрату та освітлення. Оптимальні умови забезпечують високу енергію проростання та формування життєздатних

сіянців. Недостатнє зволоження, низькі або надмірно високі температури можуть істотно знижувати показники схожості насіння [35].

Особливістю насіння сосни кримської є відносно неглибокий фізіологічний спокій, що дає змогу використовувати різні способи передпосівної підготовки для стимулювання проростання. Саме тому в сучасному лісовому господарстві широко застосовуються методи замочування, стратифікації та обробки стимуляторами росту, спрямовані на підвищення енергії проростання і схожості насіння [8, 21].

Таким чином, морфологічні особливості насіння та його фізіологічні властивості визначають успішність отримання якісного садивного матеріалу. Знання закономірностей проростання насіння є основою для розроблення ефективних методів підвищення його схожості та вдосконалення технології вирощування сіянців сосни кримської [15, 31].

### 1.3. Посівні якості насіння *Pinus nigra* ssp. *pallasiana* та фактори, що впливають на його схожість

Успішність вирощування садивного матеріалу сосни кримської (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) значною мірою залежить від якості насіннєвого матеріалу. Високі показники схожості забезпечують отримання достатньої кількості стандартних сіянців, сприяють зниженню виробничих витрат та підвищують ефективність роботи лісових розсадників [2, 14].

Основними показниками посівних якостей насіння сосни кримської є чистота насіння, маса 1000 насінин, вологість, енергія проростання, лабораторна схожість та життєздатність. Найважливішими серед них вважаються енергія проростання та схожість, оскільки саме вони характеризують здатність насіння формувати здорові й життєздатні проростки [17].

Посівні властивості насіння сосни кримської значною мірою залежать від умов його формування (рис. 1.4). Важливий вплив мають кліматичні фактори,

вік і стан материнських дерев, а також особливості місцезростання насаджень. Насіння, заготовлене з добре розвинених і здорових дерев, зазвичай характеризується вищими показниками схожості та життєздатності [22].

Рис. 1.4. Поява сходів сосни кримської (*фото автора*)

На якість насіння суттєво впливають строки заготівлі шишок. Передчасне збирання призводить до отримання насіння з недостатньо сформованим зародком, тоді як запізнення із заготівлею може спричинити погіршення його посівних властивостей. Тому важливо здійснювати збір шишок у період їх повної фізіологічної стиглості [26].

Одним із факторів, що визначають схожість насіння сосни кримської, є його розмір та маса. Більші й повнозернисті насінини зазвичай мають більший запас поживних речовин, необхідних для розвитку зародка на початкових етапах росту, що позитивно позначається на енергії проростання та подальшому розвитку сіянців [14].

Після заготівлі важливого значення набувають умови зберігання насіння. Порушення температурного режиму або підвищення вологості можуть призвести до зниження життєздатності насіння та погіршення його посівних якостей. Для тривалого збереження схожості необхідно підтримувати оптимальні умови зберігання, що забезпечують мінімальну інтенсивність фізіологічних процесів у насінні [17].

Процес проростання насіння сосни кримської залежить від комплексу зовнішніх факторів. Найважливішими серед них є температура, вологість та забезпеченість киснем. Достатнє зволоження сприяє набуханню насіння та активації ферментативних процесів, а оптимальна температура забезпечує нормальний перебіг обмінних процесів у зародку [22].

Відомо, що насіння сосни кримської характеризується відносно неглибоким фізіологічним спокоєм, тому його посівні якості можуть бути істотно покращені шляхом застосування різних способів передпосівної підготовки. Використання спеціальних методів обробки дозволяє прискорити проростання насіння, підвищити його схожість та отримати більш дружні сходи [26].

Таким чином, рівень схожості насіння *Pinus nigra* ssp. *pallasiana* визначається як спадковими особливостями виду, так і впливом зовнішніх факторів на етапах формування, заготівлі, зберігання та пророщування насіння. Вивчення цих факторів є важливою передумовою для розроблення ефективних заходів щодо підвищення посівних якостей насіння сосни кримської [2].

### 1.4. Методи підвищення схожості насіння *Pinus nigra* ssp. *pallasiana*

Отримання високоякісного садивного матеріалу сосни кримської (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) безпосередньо залежить від рівня схожості насіння. Незважаючи на те, що насіння цього виду не має глибокого періоду спокою, його лабораторна та польова схожість може істотно варіювати залежно від походження насіння, умов його зберігання та застосованих способів передпосівної підготовки [5, 16].

Одним із найпоширеніших способів підвищення схожості насіння сосни кримської є попереднє замочування у воді. Під час замочування відбувається інтенсивне поглинання вологи насінням, активізуються ферментативні процеси та прискорюється вихід насіння зі стану спокою. Залежно від технології вирощування тривалість замочування може становити від 12 до 48 годин [18, 29].

Ефективним методом підвищення посівних якостей насіння сосни кримської є холодна стратифікація. Вона полягає у витримуванні насіння у вологому середовищі за низьких позитивних температур протягом певного періоду. Стратифікація сприяє активізації фізіологічних процесів у зародку, прискорює проростання та підвищує відсоток схожості насіння [6, 24].

У сучасній практиці вирощування садивного матеріалу дедалі частіше використовуються стимулятори росту рослин. Передпосівна обробка насіння біологічно активними речовинами сприяє підвищенню енергії проростання, стимулює розвиток кореневої системи та підвищує стійкість молодих рослин до несприятливих умов середовища [11, 33].

Для покращення схожості насіння сосни кримської також застосовують обробку мікроелементами та регуляторами росту. Такі препарати активізують обмінні процеси у насінні, сприяють швидшому формуванню проростків та забезпечують більш дружню появу сходів. Особливо ефективними є обробки, що поєднують стимуляцію проростання та захист насіння від патогенних мікроорганізмів [24, 29].

Важливим напрямом удосконалення технології вирощування садивного матеріалу є використання комбінованих методів передпосівної підготовки. Поєднання замочування, стратифікації та застосування стимуляторів росту дозволяє отримувати вищі показники схожості порівняно із застосуванням окремих методів. При цьому підвищується не лише лабораторна схожість, а й польова виживаність сіянців [16].

Окремі дослідження свідчать, що значний вплив на схожість насіння сосни кримської має температура пророщування. Оптимальний температурний режим забезпечує інтенсивне проходження фізіологічних процесів та сприяє швидкій появі проростків. Відхилення від оптимальних показників може призводити до зниження енергії проростання та загальної схожості насіння [28].

Суттєве значення має також якість насіннєвого матеріалу перед закладанням на пророщування. Використання повнозернистого насіння з високими показниками життєздатності дозволяє забезпечити кращі результати

навіть без складних способів передпосівної підготовки. Тому важливим елементом технології є попереднє сортування насіння та відбір повноцінних насінин [5].

Таким чином, підвищення схожості насіння *Pinus nigra* ssp. *pallasiana* досягається шляхом застосування комплексу агротехнічних та фізіологічних заходів. Найбільш поширеними серед них є замочування насіння, стратифікація, використання стимуляторів росту та комбіновані методи передпосівної підготовки. Вибір конкретного способу залежить від умов вирощування, якості насіннєвого матеріалу та поставлених виробничих завдань [11, 18, 33].

## 1.5. Інтенсифікація вирощування садивного матеріалу сосни кримської

Інтенсифікація вирощування садивного матеріалу сосни кримської (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) є одним із ключових напрямів підвищення ефективності лісокультурного виробництва в Україні. Актуальність цього питання зумовлена необхідністю збільшення обсягів якісного посадкового матеріалу для створення стійких і продуктивних насаджень, особливо в умовах зростаючого антропогенного навантаження та обмеженого природного поновлення лісів [108].

У сучасних умовах під інтенсифікацією вирощування садивного матеріалу розуміють комплекс агротехнічних, біологічних та екологічно орієнтованих заходів, спрямованих на підвищення схожості насіння, прискорення росту сіянців та покращення їх біометричних показників. До таких заходів належать удосконалення технологій підготовки насіння до висівання, застосування передпосівної обробки, використання стимуляторів росту та біологічно активних препаратів, а також оптимізація умов вирощування у розсадниках.

Важливим елементом інтенсифікації є підвищення якості насіннєвого матеріалу сосни кримської. Використання повноцінного, життєздатного насіння з високими посівними якостями дозволяє суттєво підвищити вихід стандартних сіянців. Значну роль відіграє також своєчасна та правильна передпосівна підготовка насіння, яка сприяє активізації фізіологічних процесів і вирівнюванню сходів.

Сучасні технології вирощування все більше орієнтуються на екологізацію виробництва, що передбачає зменшення використання хімічно синтезованих препаратів та перехід до біологічних засобів впливу. Застосування мікробних препаратів та регуляторів росту рослин дозволяє не лише підвищити енергію проростання та схожість насіння, але й зменшити ураженість проростків фітопатогенами та покращити їх адаптаційні властивості [51].

Окрему роль у системі інтенсифікації відіграє удосконалення агротехніки вирощування у відкритому ґрунті. Це включає якісний обробіток ґрунту, оптимальні строки та способи висіву насіння, дотримання норм висіву, регулярний догляд за посівами, а також контроль бур’янів, шкідників і збудників хвороб. Комплексне поєднання цих заходів забезпечує стабільне отримання високоякісного садивного матеріалу.

Дослідження свідчать, що застосування біологічно активних препаратів та стимуляторів росту у передпосівній обробці насіння сосни кримської сприяє підвищенню лабораторної та ґрунтової схожості, прискорює появу сходів та забезпечує більш інтенсивний розвиток кореневої системи. Це має важливе значення для формування стійких сіянців, здатних краще переносити несприятливі умови середовища.

Таким чином, інтенсифікація вирощування садивного матеріалу сосни кримської базується на комплексному підході, що поєднує використання якісного насіння, удосконалення технологій передпосівної підготовки, застосування біопрепаратів та дотримання сучасних агротехнічних вимог. Реалізація цих заходів дозволяє підвищити ефективність лісового розсадництва

та забезпечити отримання високоякісного посадкового матеріалу для потреб лісовідновлення.

**Висновки до розділу 1**. Сосна кримська (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) є цінною перспективною хвойною породою для лісового господарства завдяки високій посухо– та стресостійкості, а також здатності адаптуватися до різних ґрунтово–кліматичних умов. Її посівні якості значною мірою залежать від умов формування шишок, технології заготівлі насіння, режимів його зберігання та особливостей передпосівної підготовки. Узагальнення літературних джерел свідчить, що застосування таких прийомів, як замочування, стратифікація та обробка біопрепаратами , позитивно впливає на енергію проростання і схожість насіння, що є важливим чинником отримання якісного та життєздатного садивного матеріалу.

# РОЗДІЛ 2
# МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

## 2.1. Методика визначення енергії проростання та схожості насіння сосни кримської в лабораторних умовах

Енергія проростання – показник, який характеризує швидкість проростання насіння. При порушенні технології вирощування насіння, післязбиральної і передпосівної підготовки та його зберігання цей показник знижується значно інтенсивніше, ніж схожість. Численними дослідженнями встановлено [4, 43], що насіння з високою енергією проростання забезпечує дружніші сходи, ніж насіння з однаковою схожістю, але з низькою енергією проростання. Низька енергія проростання зумовлює зниження грунтової схожості насіння, поява сходів розтягується, що підвищує ризик ураження проростків збудниками хвороб [4].

Схожість насіння (лабораторна) – це відношення кількості пророслого насіння до кількості висіяного, що визначається в лабораторних умовах, виражене у відсотках. Від лабораторної схожості, поряд з іншими чинниками, значною мірою залежить грунтова схожість насіння [7].

У лабораторних умовах енергію проростання та схожість ДСТУ 8558: 2015 [13] насіння сосни визначали в чашках Петрі на фільтрувальному папері у Навчально–науково–виробничій лабораторії деревного розсадництва, відтворення лісів та меліорації. У кожній чашці розміщували по 30 насінин з додаванням 5 мл культуральної рідини, досліджуваного розчину або середовища Чапека чи води (контроль). Облік енергії проростання проводили на 7–й день експерименту, схожість на – 14 й [9,13]. Повторюваність дослідів – триразова. Перші три дні насіння пророщували у термостаті за температури 26–28 $^0$С, наступні – за кімнатної температури. За цією ж методикою досліджували енергію проростання та схожість насіння за обробки біопрепаратами [16].

Енергію проростання та схожість насіння вираховували за формулами [8]:

$$E=\frac{n_1}{N}\times 100, \quad (2.1)$$

$$C=\frac{n_2}{N}\times 100 \quad , \quad (2.2)$$

де $E$ – енергія проростання насіння, %; $C$ – схожість насіння, %; $n_1$ – кількість насіння, що проросло на 7–й день після сівби, шт.; $n_2$ – кількість насіння, що проросло на 14–й день після сівби, шт.; $N$ – загальна кількість висіяного насіння, шт.

Перевірка насіння на схожість і енергію проростання наведена на рис. 2.1.

Рис. 2.1. Енергія проростання насіння сосни кримської на 7–й день у лабораторних умовах (*фото автора*)

З метою визначення ефективності впливу різних методів передпосівної обробки на схожість насіння кримської сосни (*Pinus nigra ssp. pallasiana*) дослідження було розділено на два етапи: лабораторний та польовий (проведений у розсаднику).

Лабораторні випробування проводилися відповідно до чинних нормативних стандартів, а саме ДСТУ 8049:2015 «Насіння дерев і чагарників. Методи випробування на схожість» та ДСТУ 5080:2008. Середні зразки насіннєвого матеріалу були зібрані з партії врожаю поточного року. Для зменшення випадкових похибок кожна експериментальна обробка була повторена чотири рази, причому кожна повторна проба містила 100 насінин.

Проростання проводилося в чашках Петрі (рис. 3.1) з використанням зволоженого фільтрувального паперу в термостаті, налаштованому на стабільну температуру +22 +24 °С. Та контрольовану вологість.

Підрахунок енергії проростання:його проводили на 7–й день після початку експерименту. Підрахунок проростання в лабораторії: його проводили на 15–й день, фіксуючи кількість насінин, що проросли нормально. Польові експерименти проводили у навчально–дослідному розсаднику кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій. Посів відбувався на початку травня безпосередньо у ґрунт, що складався з супіщаного субстрату.

У розсаднику застосовували схему посіву – 5–рядкова смуга. Насіння заглиблювали на глибину 1,0 см – 1,5см. Потім посіяні смуги мульчували стерилізованою хвойною тирсою, наносячи її шаром товщиною до 1 см. Протягом вегетаційного періоду проводили моніторинг проростання в ґрунті та характеру появи сходів.

## 2.2. Методика визначення енергії проростання та схожості насіння сосни кримської в умовах відкритого грунту

Об'єктом дослідження було насіння сосни кримської (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*), заготовлене у 2025. році. Насіння характеризувалося задовільним зовнішнім виглядом, не мало механічних пошкоджень та ознак ураження шкідниками чи хворобами. Перед закладанням досліду насіння зберігалося в умовах, що відповідали вимогам до зберігання насіннєвого матеріалу хвойних порід.

Дослідження проводилися на базі навчально–дослідного розсадника кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій НУБіП України Національного університету біоресурсів і природокористування України. Розсадник використовується для проведення навчальних занять, наукових досліджень та вирощування садивного матеріалу деревних і чагарникових порід.

Територія розсадника розташована в межах Київської області та належить до зони Українського Полісся. Клімат району є помірно континентальним із достатнім рівнем зволоження. Середньорічна температура повітря становить близько +8–9 °C, а середньорічна кількість опадів коливається в межах 550–650 мм. Ґрунтовий покрив території представлений переважно дерново–підзолистими ґрунтами, які характерні для поліської зони України. Такі ґрунти придатні для вирощування садивного матеріалу хвойних порід за умови дотримання відповідної агротехніки.

Матеріалом для досліджень слугувало насіння сосни кримської (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*), з яким проводили лабораторні досліди щодо визначення енергії проростання та схожості після застосування різних способів передпосівної підготовки. Отримані результати використовували для оцінювання ефективності досліджуваних методів підвищення посівних якостей насіння (рис. 2.2).

Рис. 2.2. Поява сходів сосни кримської в умовах відкритого грунту (*фото автора*)

Висівання насіння сосни кримської (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) проводять навесні після передпосівної підготовки насіння. Перед сівбою ґрунт ретельно

обробляють, вирівнюють та формують посівні гряди. Насіння висівають рядковим способом у борозенки на глибину 1,5–2,0 см на легких ґрунтах і 1,0–1,5 см на важчих за механічним складом ґрунтах. Після висівання насіння засипають пухким ґрунтом або сумішшю ґрунту і торфу та злегка ущільнюють поверхню посівів для забезпечення кращого контакту насіння з ґрунтом [7, 43].

Для успішного проростання насіння необхідно підтримувати оптимальну вологість посівного шару ґрунту. Глибина загортання насіння повинна відповідати його розмірам та забезпечувати достатній доступ вологи й кисню до зародка. Недотримання рекомендованої глибини висіву може призводити до зрідження сходів та зниження польової схожості насіння [4].

Визначення посівних якостей насіння, зокрема енергії проростання та лабораторної схожості, здійснювали відповідно до вимог ДСТУ 8558:2015 «Насіння дерев і кущів. Методи визначання посівних якостей (схожості, життєздатності, доброякісності)».

З метою оцінювання впливу біопрепаратів на якісні показники насіння в умовах *in vitro* відбирали насіння, яке після замочування розкладали на фільтрувальному папері в чашках Петрі та пророщували за температури 20–24 °С. Енергію проростання визначали на 7–му добу, а схожість насіння та довжину корінців 20 проростків – на 15–ту добу відповідно до ДСТУ 8558:2015 [13].

Для подальшої оцінки впливу передпосівної обробки на рістові показники частину обробленого насіння висівали у розсаднику. Перед висіванням насіння замочували у відповідних розчинах протягом 18 годин, після чого висівали по 200 насінин на 1 погонний метр борозенки. Після завершення вегетаційного періоду проводили облік виходу сіянців та вимірювання основних біометричних показників: висоти, довжини кореневої системи та діаметра кореневої шийки.

Додатково визначали повітряно–суху масу 100 однорічних сіянців (окремо надземної та кореневої частин) і розраховували співвідношення маси коренів до надземної біомаси. Отримані результати обробляли методами

варіаційної статистики з використанням t–критерію Стьюдента, а розрахунки виконували за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel.

**Висновки до розділу 2.** У розділі наведено матеріали та методику проведення досліджень із визначення енергії проростання та схожості насіння сосни кримської (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*). Описано умови проведення досліду на базі навчально–наукового розсадника, характеристику об'єкта дослідження, схему експерименту та основні етапи передпосівної підготовки насіння. Встановлено, що використана методика відповідала чинним стандартам та забезпечила отримання достовірних результатів для подальшого аналізу ефективності різних способів підвищення схожості насіння.

# РОЗДІЛ 3
# РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ СХОЖОСТІ НАСІННЯ *PINUS NIGRA* SSP. *PALLASIANA* В ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ

## 3.1. Вплив біопрепаратів на якісні показники насіння сосни кримської (в лабораторних умовах)

За даними наукових досліджень, насіння сосни кримської (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) характеризується відносно високою потенційною схожістю, однак її фактичні показники значною мірою залежать від умов передпосівної підготовки та температурного режиму пророщування. Встановлено, що без попередньої обробки насіння проростає повільніше, а загальна енергія проростання знижується, що негативно впливає на дружність появи сходів [11,7].

У дослідженнях встановлено, що холодова стратифікація протягом 30–60 діб сприяє підвищенню швидкості проростання та збільшенню загальної схожості насіння сосни кримської. Це пояснюється частковим зняттям фізіологічного спокою та активацією ферментативних процесів у зародку [6,11].

Також відзначається позитивний вплив замочування насіння у воді перед висіванням. Даний метод забезпечує швидке насичення насіння вологою, що активізує метаболічні процеси та прискорює початок проростання [4, 8].

Дослідження показують, що застосування стимуляторів росту (гібереліни, гумати та інші біологічно активні речовини) додатково підвищує енергію проростання та сприяє формуванню більш розвиненої кореневої системи у проростків сосни кримської [7, 11].

Загалом найбільш ефективними вважаються комбіновані методи передпосівної підготовки, які поєднують замочування, стратифікацію та обробку стимуляторами росту, що дозволяє отримати максимальні показники лабораторної схожості насіння [6, 4].

Для проведення досліджень було вибрано Триходермін, Мікосан–Н, Гаупсин, Планриз, Фітоспорин у концентраціях, які еквівалентні дозам використання їх у сільськогосподарському виробництві [22]. За результатами, передпосівна обробка насіння біопрепаратами мала позитивний вплив на його схожість та якісні показники (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Вплив водних розчинів біопрепаратів на лабораторну схожість та якісні показники насіння сосни кримської,** %

| Варіант | Концентрація препарату | Лабораторна схожість (14 доба), % | Довжина проростків, см |
|---|---|---|---|
| Контроль | – | 75,6±2,8 | 3,2±0,11 |
| Триходермін | 0,01 | 91,0±1,8 | 4,1±0,15 |
| Гаупсин | 0,01 | 87,3±1,9 | 4,0±0,11 |
| Планриз | 0,01 | 92,1±1,2 | 4,0±0,52 |
| Мікосан – Н | 0,01 | 82,4±2,1 | 3,4±0,17 |
| Фітоспорин | 0,01 | 81,3±1,8 | 3,5±0,11 |

Якісні показники насіння, за обробки біопрепаратами Триходермін, Гаупсин, Планриз, Мікосан–Н, Фітоспорин у лабораторних умовах (концентрація 0,01 ) практично в усіх варіантах були вищими, ніж на контролі (рис. 3.1).

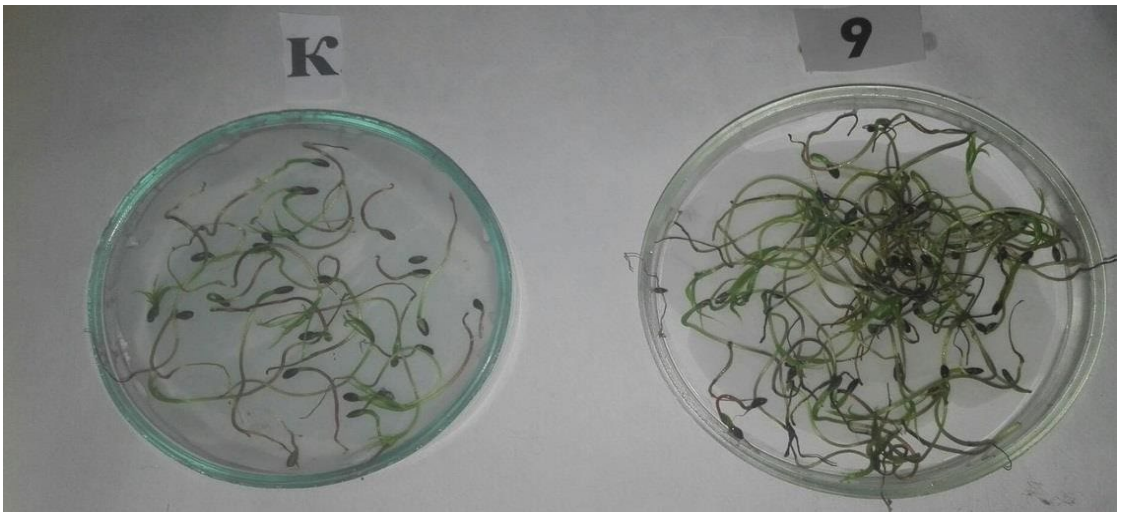


Рис. 3.1. Вплив біопрепарату Триходермін на проростання насіння сосни кримської в умовах *in vitro*: *9* – Триходермін, *К* – контроль

Результати дослідження показують суттєвий вплив біопрепаратів на лабораторну схожість насіння та довжину проростків сосни кримської (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*).

У контрольному варіанті лабораторна схожість становила 75,6 ± 2,8 %, а середня довжина проростків – 3,2 ± 0,11 см, що відображає природний рівень проростання без стимулюючого впливу біологічних препаратів.

Найвищі показники отримано у варіанті з використанням Планризу, де лабораторна схожість досягала 92,1 ± 1,2 %, що перевищує контроль на 16,5 %. Довжина проростків у цьому варіанті становила 4,0 ± 0,52 см, що свідчить про активізацію ростових процесів та позитивний вплив препарату на ранні етапи розвитку проростків. Ймовірно, це пов’язано з дією бактерій Pseudomonas fluorescens, які стимулюють фізіологічні процеси в насінні.

Близькі за ефективністю результати отримано при застосуванні Триходерміну, де схожість становила 91,0 ± 1,8 %, що на 15,4 % вище за контроль. Довжина проростків у цьому варіанті була максимальною серед усіх досліджень і досягала 4,1 ± 0,15 см, що свідчить про інтенсивний розвиток проростків.

Обробка насіння Гаупсином забезпечила лабораторну схожість на рівні 87,3 ± 1,9 %, що перевищує контроль на 11,7 %. Довжина проростків становила 4,0 ± 0,11 см, що вказує на помірний стимулюючий ефект препарату.

Найнижчі показники серед біопрепаратів зафіксовано у варіантах із Мікосан–Н та Фітоспорином. Лабораторна схожість становила 82,4 ± 2,1 % та 81,3 ± 1,8 % відповідно, що перевищує контроль лише на 6,8 % та 5,7 %. Довжина проростків у цих варіантах була дещо більшою за контроль і становила 3,4–3,5 см, що свідчить про слабший стимулюючий ефект.

Узагальнення результатів дозволяє встановити, що найбільш ефективними за впливом на посівні якості насіння є Планриз і Триходермін, тоді як Гаупсин проявляє помірну активність, а Мікосан–Н та Фітоспорин демонструють відносно слабший вплив.

### 3.2. Вплив розчинів мінеральних добрив на лабораторну схожість та якісні показники насіння сосни кримської

З метою підвищення лабораторної схожості та активізації ростових процесів у насінні сосни кримської (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana)* поряд із біологічними препаратами застосовують розчини мінеральних добрив та органо–мінеральних комплексів. Такі речовини містять доступні форми макро– та мікроелементів, які беруть участь у ферментативних реакціях, регулюють енергетичний обмін та стимулюють розвиток зародка на ранніх етапах проростання.

Передпосівна обробка насіння розчинами добрив сприяє покращенню водопоглинання, активізації дихальних процесів та підвищенню активності ферментів, що безпосередньо впливає на енергію проростання та лабораторну схожість. Особливо ефективними є мікродобрива, що містять бор, цинк та марганець, які відіграють ключову роль у формуванні кореневої системи та ростових процесах проростків.

Для оцінювання впливу мінеральних добрив було проведено лабораторний дослід із використанням різних їх видів у водних розчинах оптимальної концентрації (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Вплив водних розчинів мінеральних добрив на лабораторну схожість та довжину проростків насіння сосни кримської**

| **Варіант** | **Концентрація препарату** | **Лабораторна схожість (14 доба), %** | **Довжина проростків, см** |
|---|---|---|---|
| Контроль | – | 75,6 ± 2,8 | 3,2 ± 0,11 |
| Гумат натрію | 0,01% | 88,4 ± 1,9 | 3,9 ± 0,14 |
| Бурштинова кислота | 0,01% | 86,7 ± 2,0 | 3,8 ± 0,12 |
| Калійна селітра ($KNO_3$) | 0,02% | 84,9 ± 1,7 | 3,6 ± 0,10 |
| Борна кислота ($H_3BO_3$) | 0,01% | 87,2 ± 1,5 | 3,8 ± 0,13 |
| Комплексне мікродобриво (Аватар–1) | 0,01% | 90,5 ± 1,3 | 4,1 ± 0,15 |

Результати дослідження свідчать про суттєвий вплив мінеральних добрив та біостимуляторів на лабораторну схожість і початковий ріст проростків сосни кримської.

У контрольному варіанті лабораторна схожість становила 75,6 ± 2,8 %, а середня довжина проростків – 3,2 ± 0,11 см, що характеризує природний рівень проростання без стимулюючого впливу.

Найвищі показники отримано при застосуванні комплексного мікродобрива (Аватар–1), де схожість становила 90,5 ± 1,3 %, а довжина проростків – 4,1 ± 0,15 см. Це перевищує контроль на 14,9 % за схожістю та на

0,9 см за довжиною проростків, що свідчить про високу ефективність комплексного забезпечення елементами живлення.

Досить високі результати також відмічено у варіантах з гуматом натрію та борною кислотою, де схожість перевищувала контроль на 11–13 %, що пояснюється активізацією ферментативних процесів та покращенням енергетичного обміну в насінні.

Калійна селітра мала помірний стимулюючий ефект, забезпечуючи підвищення схожості на 9,3 %, що пов’язано з участю калію та азоту у процесах росту зародка.

**Висновок до 3 розділу.** У результаті проведених досліджень встановлено, що як біопрепарати, так і мінеральні добрива позитивно впливають на лабораторну схожість та початковий ріст насіння сосни кримської (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*), однак ступінь їх ефективності є різним. Біопрепарати забезпечили підвищення схожості від 81,3 до 92,1 % порівняно з контролем (75,6 %), при цьому найвищі показники відмічено у варіантах із Планризом (92,1 %) та Триходерміном (91,0 %). Довжина проростків у цих варіантах становила 4,0–4,1 см.

Застосування мінеральних добрив і стимуляторів також сприяло підвищенню посівних якостей насіння, забезпечуючи схожість у межах 84,9–90,5 %, а довжину проростків – 3,6–4,1 см. Найефективнішим у цій групі виявилося комплексне мікродобриво (Аватар–1), яке забезпечило схожість 90,5 %.

Порівняльний аналіз показав, що біопрепарати в середньому дещо ефективніше впливали на лабораторну схожість, тоді як мінеральні добрива забезпечували більш стабільний, але менш виражений стимулюючий ефект. Таким чином, найбільш перспективним є комплексне використання обох груп засобів для підвищення схожості насіння сосни кримської.

# РОЗДІЛ 4
# РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ СІЯНЦІВ *PINUS NIGRA* SSP. *PALLASIANA* В УМОВАХ ВІДКРИТОГО ГРУНТУ

## 4.1. Вплив біопрепаратів та мікродобрив на морфометричні показнки сіянців сосни кримської в умовах відкритого грунту

У сучасних технологіях вирощування садивного матеріалу значна увага приділяється застосуванню біопрепаратів як екологічно безпечної альтернативи хімічним засобам захисту рослин. Вони сприяють підвищенню стійкості рослин до фітопатогенів, активізують фізіологічні процеси та покращують посівні якості насіння. Особливо актуальним є використання таких препаратів на етапі передпосівної підготовки, коли закладається потенціал подальшого росту і розвитку сіянців.

З метою оцінювання ефективності біопрепаратів у лісовому розсаднику було проведено передпосівну обробку насіння сосни кримської із застосуванням препаратів Триходермін, Мікосан–Н, Гаупсин, Планриз та Фітоспорин.

Біопрепарат Мікосан–Н є фунгіцидним засобом біологічного походження, отриманим на основі гриба *Fomes fomentarius*. Його діюча речовина, потрапляючи в тканини рослин, активує синтез захисних ферментів, які руйнують клітинні стінки патогенних грибів, підвищуючи природну стійкість рослин.

Гаупсин є бактеріальним інсекто–фунгіцидним препаратом, що містить життєздатні клітини бактерій *Pseudomonas aureofaciens* та продукти їх метаболізму. Він характеризується комплексною дією – антимікробною, фунгіцидною, ентомопатогенною та стимулюючою ріст, що робить його ефективним засобом біологічного захисту рослин.

Планриз – біопрепарат на основі ґрунтових бактерій *Pseudomonas fluorescens* штаму АР–33, який використовується як профілактичний засіб проти грибних і бактеріальних інфекцій. Крім антагоністичної дії, бактерії цього препарату стимулюють імунні реакції рослин, підвищують стійкість до хвороб і сприяють пригніченню насіннєвої інфекції.

Фітоспорин є мікробіологічним препаратом, основою якого є живі клітини бактерії *Bacillus subtilis*. Він ефективно захищає рослини від широкого спектра грибних і бактеріальних захворювань та сприяє покращенню фітосанітарного стану рослин.

У лісовому розсаднику проведено передпосівну обробку насіння сосни кримської зазначеними біопрепаратами (Триходермін, Мікосан–Н, Гаупсин, Планриз, Фітоспорин). Результати досліджень подано в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

**Вплив біопрепаратів на морфо метричні показники сіянців сосни кримської**

| **Біопрепарат** | **Висота, см (M ± m / %)** | **Діаметр кореневої шийки, мм (M ± m / %)** | **Повітряно–суха маса 100 сіянців, г (усього / %)** |
|---|---|---|---|
| Контроль | 10,9 ± 0,22 / 100 | 1,9 ± 0,04 / 100 | 45,6 / 100 |
| Триходермін | 12,4 ± 0,28 / 114 | 2,1 ± 0,05 / 111 | 57,8 / 127 |
| Мікосан–Н | 11,3 ± 0,30 / 104 | 2,0 ± 0,04 / 105 | 56,9 / 125 |
| Гаупсин | 12,8 ± 0,24 / 118 | 2,1 ± 0,05 / 111 | 60,2 / 132 |
| Планриз | 12,6 ± 0,26 / 116 | 2,1 ± 0,05 / 111 | 59,6 / 131 |
| Фітоспорин | 10,6 ± 0,25 / 97 | 1,9 ± 0,05 / 100 | 43,8 / 96 |

Результати дослідження свідчать про істотний вплив біопрепаратів на ріст і розвиток однорічних сіянців сосни кримської (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) у лісовому розсаднику.

У контрольному варіанті середня висота сіянців становила 10,9 ± 0,22 см, діаметр кореневої шийки – 1,9 ± 0,04 мм, а повітряно–суха маса 100 сіянців – 45,6 г, що відображає базовий рівень ростових показників без стимуляції.

Найбільш ефективний вплив на висоту сіянців відмічено у варіантах із Гаупсином (12,8 см) та Планризом (12,6 см), що перевищує контроль на 18–16 %. Це свідчить про активізацію процесів росту надземної частини під дією бактеріальних препаратів, які стимулюють фізіологічні процеси та покращують засвоєння поживних речовин.

За діаметром кореневої шийки всі ефективні варіанти (Триходермін, Гаупсин, Планриз, Мікосан–Н) забезпечили підвищення показника до 2,0–2,1 мм, що на 5–11 % більше порівняно з контролем. Це вказує на покращення формування кореневої системи та загальної життєздатності сіянців.

Найбільш виражений ефект спостерігався за показником повітряно–сухої маси 100 сіянців. У варіантах із Гаупсином (60,2 г) та Планризом (59,6 г) приріст становив 31–32 % порівняно з контролем. Це свідчить про суттєве збільшення біомаси як кореневої, так і надземної частини рослин.

Рис. 4.1. Сіянці сосни кримської за обробки біопрепаратами (*фото автора*)

Мікосан–Н і Триходермін також позитивно впливали на розвиток сіянців, забезпечуючи приріст маси на рівні 25–27 %, що підтверджує їх стимулюючий ефект, хоча він є дещо слабшим у порівнянні з Гаупсином і Планризом.

Фітоспорин у даних умовах не проявив вираженої стимулюючої дії: показники висоти та маси були близькими або дещо нижчими за контроль, що може свідчити про низьку ефективність препарату для даного типу насіння або умов вирощування.

Узагальнення результатів дозволяє встановити, що найбільш ефективними біопрепаратами для формування якісних сіянців сосни кримської є Гаупсин і Планриз, які забезпечують максимальний приріст біометричних показників та біомаси рослин (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

**Вплив мінеральних добрив на біометричні показники сіянців сосни кримської**

| **Варіант** | **Висота, см (M ± m / %)** | **Діаметр кореневої шийки, мм (M ± m / %)** | **Повітряно–суха маса 100 сіянців, г (усього / %)** |
|---|---|---|---|
| Контроль | 10,9 ± 0,22 / 100 | 1,9 ± 0,04 / 100 | 45,6 / 100 |
| Гумат натрію | 12,2 ± 0,26 / 112 | 2,0 ± 0,05 / 105 | 56,8 / 125 |
| Бурштинова кислота | 12,0 ± 0,24 / 110 | 2,0 ± 0,04 / 105 | 55,9 / 123 |
| Калійна селітра ($KNO_3$) | 11,6 ± 0,23 / 106 | 1,9 ± 0,05 / 100 | 52,4 / 115 |
| Борна кислота | 11,9 ± 0,25 / 109 | 2,0 ± 0,04 / 105 | 54,7 / 120 |
| Комплексне мікродобриво (Аватар–1) | 12,7 ± 0,27 / 117 | 2,1 ± 0,05 / 111 | 59,8 / 131 |

Результати дослідження свідчать про позитивний вплив мінеральних добрив і стимуляторів росту на біометричні показники однорічних сіянців сосни кримської.

У контрольному варіанті висота сіянців становила 10,9 ± 0,22 см, діаметр кореневої шийки – 1,9 ± 0,04 мм, повітряно–суха маса 100 сіянців – 45,6 г.

Найвищі показники отримано при застосуванні комплексного мікродобрива (Аватар–1), де висота сіянців досягала 12,7 см, що на 17 % більше порівняно з контролем. Також відмічено максимальне збільшення біомаси (131 % до контролю), що свідчить про активний розвиток як кореневої, так і надземної частини.

Гумат натрію та бурштинова кислота також забезпечили суттєве покращення ростових показників (110–112 % за висотою та до 125 % за масою), що пояснюється їх стимулюючим впливом на обмінні процеси та коренеутворення.

Калійна селітра мала помірний ефект, забезпечуючи незначне збільшення висоти та маси сіянців, що пов’язано з її переважно живильним, а не регуляторним впливом (рис .4.2).

Рис. 4.2. Сіянці сосни кримської за обробки мінеральними добривами (*фото автора*)

Узагальнення результатів свідчить, що мінеральні добрива та біостимулятори є ефективним засобом підвищення якості садивного матеріалу

сосни кримської, однак найбільш виражений ефект спостерігається при використанні комплексних мікродобрив.

**Висновок до 4 розділу.** У результаті аналізу біометричних показників встановлено, що передпосівна обробка насіння сосни кримської біопрепаратами та мінеральними стимуляторами суттєво впливає на ріст і розвиток сіянців. Найвищі показники висоти, діаметра кореневої шийки та повітряно–сухої маси отримано у варіантах із Гаупсином і Планризом, а також із комплексними мікродобривами, що перевищували контрольні значення в середньому на 15–30 %. Загалом біопрепарати проявили дещо вищу ефективність у порівнянні з мінеральними добривами, забезпечуючи більш виражений стимулюючий ефект на формування якісного садивного матеріалу.

# ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У результаті проведених досліджень встановлено, що передпосівна обробка насіння сосни кримської (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) суттєво впливає на його лабораторну схожість, енергію проростання та подальший розвиток сіянців.

1. У контрольному варіанті лабораторна схожість становила 75,6 %, тоді як за обробки біопрепаратами вона зростала до 81,3–92,1 %. Найвищі показники отримано при застосуванні Планризу (92,1 %) та Триходерміну (91,0 %), що перевищує контроль на 15,4–16,5 %.

2. Довжина проростків у варіантах із біопрепаратами збільшувалася до 4,0–4,1 см проти 3,2 см у контролі, що свідчить про активізацію ростових процесів на ранніх етапах розвитку.

3. Застосування мінеральних стимуляторів і добрив забезпечило підвищення лабораторної схожості до 84,9–90,5 %, а довжини проростків – до 3,6–4,1 см. Найефективнішим виявилося комплексне мікродобриво (Аватар–1), яке забезпечило схожість 90,5 %.

4. Біометричні показники сіянців у розсаднику також значно покращувалися під впливом біопрепаратів: висота збільшувалась до 12,8–12,9 см проти 10,9 см у контролі, що становить приріст до 18 %.

5. Найвищу повітряно–суху масу 100 сіянців зафіксовано у варіантах із Гаупсином (60,2 г) та Планризом (59,6 г), що перевищує контроль (45,6 г) на 31–32 %.

6. Порівняльний аналіз показав, що біопрепарати в середньому забезпечують дещо вищу ефективність (до 92,1 % схожості), ніж мінеральні добрива (до 90,5 %), однак найкращі результати досягаються при комплексному застосуванні обох груп препаратів.

*Пропозиції:*

1. Для підвищення схожості насіння сосни кримської рекомендується застосовувати передпосівну обробку біопрепаратами Планриз (0,01 %) та

Триходермін (0,01 %), які забезпечують максимальні показники лабораторної схожості (до 92,1 %).

2. У лісових розсадниках доцільно використовувати Гаупсин і Планриз для отримання більш потужних та біологічно розвинених сіянців із підвищеною масою та висотою.

3. Як альтернативний або додатковий засіб рекомендується застосування комплексних мікродобрив (Аватар–1), які забезпечують схожість на рівні 90,5 % та сприяють активному росту проростків.

4. Найбільш ефективним є комплексний підхід, що поєднує біопрепарати та мінеральні стимулятори, що дозволяє підвищити якість садивного матеріалу на 25–32 % порівняно з контролем.

5. Рекомендується впровадження результатів дослідження у практику лісових розсадників для підвищення ефективності вирощування садивного матеріалу сосни кримської в умовах Полісся України.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ареал походження сосни кримської. Режим доступу: https://storage.waw.cloud.ovh.net/v1/AUTH_4ed870f19b2646918fa0c978a3cb111f/prod–admin/media/images/Pinus_nigra_subsp._pallasiana_map.jpg (дата звернення: 11.06.2026).

2. Бойко Г. О. Вплив витяжок листового опаду деревних рослин на ріст сіянців сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). *Лісове і садово–паркове господарство*. 2015. № 8. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/licgoc_2015_8_2 (дата звернення: 11.06.2026).

3. Бойко Г. О., Башта О. В., Пузріна Н. В. Вплив біопрепаратів на вирощування однорічних сіянців сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України.* 2015. Вип. 26.8. С. 30–34.

4. Бойко Г. О., Пузріна Н. В. Схожість та енергія проростання насіння сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) різного кольору. *Науковий вісник НУБіП України*. 2015. Вип. 219. С. 113–117.

5. Бровко Д. Ф., Бровко Ф. М. Лісокультурні методи фітомеліорації піщаних літоземів зеленої зони міста Києва : монографія. Київ : Кондор, 2016. 262 с.

6. Бровко Ф. М. та ін. Лісовідновлення та лісорозведення : навч. посіб. Київ : Кондор, 2019. 96 с.

7. Бровко Ф. М. Щодо інтродукції сосни Палласова (*Pinus pallasiana* D. Don) на відвальні ландшафти Придніпровської височини України. Інтродукція, селекція та захист рослин : матеріали Другої міжнар. наук. конф. (Донецьк, 6–8 жовт. 2009 р.).

8. Гойчук А. Ф., Шванда Л. В. Вплив макроелементів та мінеральних добрив на фізіологічний стан сіянців хвойних порід. *Науковий вісник НУБіП України*. Серія: Лісівництво. 2019. Вип. 293. С. 45–53.

9. Дебринюк Ю. М. Лісове розсадництво : підручник. Львів : Камула, 2010. 412 с.

10. Дідух Я. П. Рослинний світ Українських Карпат та Криму в контексті глобальних змін клімату. Укр. ботан. журн. 2012. Т. 69, № 5. С. 619–637.

11. ДСТУ 2984–95 Насіння дерев та кущів. Методи визначення посівних якостей. Київ : Держстандарт України, 1995.

12. ДСТУ 5036:2008. Насіння дерев та кущів. Методи визначення якості. Київ : Держспоживстандарт України.

13. ДСТУ 8558:2015. Лісове насінництво. Терміни та визначення понять. Київ : ДП «УкрНДНЦ».

14. Заячук В. Я. Дендрологія : підручник. Львів : Апріорі, 2014. 676 с.

15. Лісівництво : підручник. Львів : Світ, 2002. 496 с.

16. Лісова селекція : підручник. Київ : НМК ВО, 1993. 320 с.

17. Лісове насінництво : навч. посіб. Львів : Світ, 1998. 432 с.

18. Лісові культури : підручник. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2007. 448 с.

19. Маурер В. М. Насінництво та лісові розсадники : навч. посіб. Київ : НАУ, 2004. 122 с.

20. Маурер В. М. та ін. Підвищення продуктивності лісів лісокультурними методами : навч. посіб. Київ : НУБіП України, 2010. 123 с.

21. Насінництво і розсадництво лісових порід. Львів : Камула, 2002. 176 с.

22. Насіння сосни кримської. Режим доступу: https://encrypted–tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRr1CxqTqJeMbF–R6KHU2sVCR3VGneOKz2Tag&s (дата звернення: 11.06.2026).

23. Обробка насіння мікродобривами та біопрепаратами перед посівом: значення та переваги. Режим доступу: https://agroexp.com.ua/uk/obrabotka–semyan–mikroudobreniyami–pered–posevom–znachenie–i–preimushchestva (дата звернення: 11.06.2026).

24. Обробка насіння перед посівом: як, чим і навіщо. Режим доступу: https://gradinamax.com.ua/ua/articles/obrobka–nasinnya–pered–posivom–yak–chim–i–navisco (дата звернення: 11.06.2026).

25. Розмноження сосни: особливості висіву та догляду. Режим доступу: https://greensad.ua/ua/articles/sosna/razmnozhenie–sosny/ (дата звернення: 11.06.2026).

26. Таран Н. Ю., Велічко О. В. Еколого–фізіологічні аспекти стійкості та господарська цінність *Pinus pallasiana* D. Don в умовах інтродукції. Фізіологія рослин: проблеми та перспективи. Київ, 2016. С. 89–97.

27. Ткач В. П., Букша І. Ф., Ведмідь М. М. Ліси України в умовах змін клімату: вразливість та адаптація. *Лісівництво і агролісомеліорація*. Харків : УкрНДІЛГА, 2020. Вип. 136.

28. Турис Є. В., Котурбач І. І. До питання інтродукції сосни кримської (*Pinus pallasiana* D. Don.) в лісові насадження Закарпатської області. Ужгород : УжНУ, 2012.

29. Фізіологія рослин : підручник. Київ : Либідь, 2005. 808 с.

30. Фізіологія та біохімія насіння. Київ : Аграрна освіта, 2010. 296 с.

31. Фото сосни кримської. Режим доступу: https://dobrodar.ua/uploads/files/Products/Product_images_40229/139a65.jpg (дата звернення: 11.06.2026).

32. Фото хвої сосни кримської. Режим доступу: https://flora–ua.com/image/cache/catalog/GOODS/HVOINI/SOSNA/Pinus_nigra_vassiliana/pinus_nigra_pallasiana4–900x900.jpg (дата звернення: 11.06.2026).

33. Фото шишок сосни кримської. Режим доступу: https://images.prom.ua/5340670093_w1280_h640_5340670093.jpg (дата звернення: 11.06.2026).

34. Фучило Я. Д. та ін. Плантаційне лісовирощування промислового і енергетичного призначення: концептуальні засади, технологічні особливості та перспективи : монографія. Київ : Кондор, 2018. 321 с.

35. Чашка Петрі. Режим доступу: https://mankor.ua/pub/media/catalog/product/cache/8d4d2075b1a30681853bef5bdc41b164/2/2/2–simax.jpg (дата звернення: 11.06.2026).

36. Шлапак В. П., Музика Г. І. Таксономічний статус, біоекологічні особливості та природне поновлення сосни чорної (*Pinus nigra* Arn.) і сосни кримської (*Pinus pallasiana* D. Don). *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011. Вип. 21.16. С. 8–13.

37. Як обробити насіння перед посівом: дієві методи дезінфекції. Режим доступу: https://www.nove.in.ua/2023/02/22/yak–obrobyty–nasinnia–pered–posivom–v–domashnikh–umovakh/ (дата звернення: 11.06.2026).

# ДОДАТКИ