

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології**

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**  
Завідувач кафедри екобіотехнології та  
біорізноманіття  
\_\_\_\_\_ Олена КВАСКО  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
на тему «Отримання асептичних рослин *Musa Velutina*»

Спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія

**Гарант освітньої програми**

Кандидат біологічних наук,  
доцент,  
завідувач кафедри  
екобіотехнології та  
біорізноманіття

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Олена КВАСКО

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи**

Кандидат біологічних наук,  
доцент кафедри екобіотехнології  
та біорізноманіття

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Олександр СУБІН

Виконала

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Анна КРУГЛА

**КИЇВ – 2025**

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри екобіотехнології та  
біорізноманіття  
\_\_\_\_\_ Олена КВАСКО

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

## ЗАВДАННЯ

**На виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту**

Круглої Анни Миколаївни

Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи «Отримання асептичних рослин  
*Musa Velutina*»

затверджені наказом НУБіП України від «22» жовтня 2025 р. №1880.С

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2025.05.15

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи орієнтовний список літературних джерел; перелік методик для введення в культуру *in vitro*; орієнтовний перелік поживних середовищ для культивування рослин роду *Musa Velutina*.

Перелік питань, які потрібно розробити: Вибір експантів для введення в культуру *in vitro* рослин роду *Musa Velutina*; Підбір схеми стерилізації рослин роду *Musa Velutina*; умови культивування рослин роду *Musa Velutina*.

Дата видачі завдання «1» вересня 2024 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Олександр СУБІН

Завдання прийняла до виконання \_\_\_\_\_ Анна КРУГЛА

## РЕФЕРАТ

Робота виконана на 60 сторінках та складається зі вступу, 3-х розділів, висновків та додатку. Крім того, вміщує 19 рисунків, 1 схему, 1 таблицю та список використаної літератури.

**Мета:** Отримання асептичних рослин-регенерантів *Musa velutina* (банан оксамитовий) в умовах *in vitro*.

**Відповідно до мети вирішувались такі завдання:**

- проаналізувати літературні джерела щодо ботанічних особливостей *Musa Velutina*;
- скласти послідовну схему та підібрати оптимальні умови стерилізації експлантатів *Musa Velutina*;
- провести стерилізацію експлантатів *Musa Velutina*;
- підібрати живильні середовища для культивування асептичних експлантатів *Musa Velutina*;
- дослідити особливості культивування *Musa Velutina* в умовах *in vitro*.

**Об'єкт дослідження:** оптимізація процесу отримання стерильних експлантатів *Musa Velutina* в умовах *in vitro*.

**Предмет дослідження:** вихідний матеріал *Musa Velutina*.

- ✓ Опрацювавши літературні джерела, дізналися біологічні особливості представника родини бананових (*Musaceae*) - *Musa Velutina* та його розвиток у природних умовах.
- ✓ Склали схему стерилізації експлантатів *Musa Velutina*, отримавши найкращий показник асептичних експлантатів – 100 %.
- ✓ Встановлено, що стерилізуючим агентом, який забезпечує отримання асептичних проростків для експлантатів *Musa Velutina*, є 0,1% розчин Сулеми. Час стерилізації становить 5 хв.
- ✓ Виявлено, що для введення експлантатів *Musa Velutina* в умовах *in vitro* необхідне живильне середовище Мурасіге-Скуга.

- ✓ Встановлено, що активація меристем *Musa Velutina* активно відбувається на середовищі МС + 1,0 мг/л БАП, а подальше культивування потрібно робити на середовищі МС + 4,0 мг/л БАП.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	6
<b>РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	8
<b>1.1. Загальна характеристика родини бананових (<i>Musaceae</i>)</b> .....	8
1.1.1. Історична довідка. ....	9
1.1.2. Морфологічні характеристики та розвиток рослин родини <i>Musaceae</i> . ....	10
1.1.3. Поширення та умови зростання. ....	11
1.1.4. Використання. ....	12
<b>1.2. Ботанічна та морфологічна характеристика представника родини бананових(<i>Musaceae</i>) - банан оксамитовий (<i>Musa Velutina</i>)</b> .....	18
<b>1.3. Шкідники та хвороби <i>Musa Velutina</i></b> .....	19
<b>1.4. Перспективи вирощування <i>Musa Velutina</i></b> .....	23
<b>РОЗДІЛ II. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	25
<b>1.1. Обладнання та матеріали лабораторії біотехнології рослин</b> .....	25
<b>1.2. Особливості мікроклонального розмноження</b> .....	29
<b>1.3. Відбір експлантатів для отримання стерильних рослин</b> .....	31
<b>1.4. Стерилізація інструментів та експлантатів</b> .....	33
<b>1.5. Ознайомлення з живильними середовищами для культивування рослинного матеріалу</b> .....	36
<b>РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	38
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	47
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	48

## ВСТУП

**Актуальність:** Метод мікроклонального розмноження є ефективним способом для збереження різноманіття рослинних видів, зокрема рослин роду *Musa*. Банан оксамитовий (*Musa Velutina*) вирізняється компактними розмірами, що робить його придатним для декоративного використання в ботанічних садах та оранжереях, але знаходиться на межі зникнення. Ці банани містять дуже багато клітковини, мають низьку калорійність і підходять для дієти запобігання хвороб серця та діабету. Однак, традиційні методи розмноження цього виду можуть бути повільними та не ефективними, часто призводячи до низького коефіцієнта розмноження та ризику передачі захворювань. Дослідження *M. Velutina* необхідні, оскільки цей банан є важливою культурою в сферах садівництва, продовольства та медицини.

Мікроклональне розмноження - потужний інструмент сучасної біотехнології, який дозволяє контролювано отримувати велику кількість генетично однорідних рослин з невеликої кількості вихідного матеріалу в асептичних умовах. Застосування цього методу для розмноження декоративних культур, включаючи представників роду *Musa*, є актуальним напрямком досліджень, спрямованим на задоволення зростаючого попиту ринку та збереження біорізноманіття.

Отримання асептичних рослин методом МКР дозволяє:

- Значно підвищити коефіцієнт розмноження цінних генотипів.
- Отримати генетично однорідний та оздоровлений посадковий матеріал, вільний від патогенів.
- Забезпечити масове виробництво рослин незалежно від сезону та кліматичних умов.
- Створити основу для збереження та розмноження рідкісних та зникаючих видів бананів.

**Мета:** Отримання асептичних рослин-регенерантів *Musa velutina* (банан оксамитовий) в умовах *in vitro*.

**Об'єкт дослідження:** оптимізація процесу отримання стерильних експлантатів *Musa Velutina* в умовах *in vitro*.

**Предмет дослідження:** вихідний ролинний матеріал *Musa Velutina*.

## РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Загальна характеристика родини бананових (*Musaceae*)

Родина Бананових (*Musaceae*) включає два роди — *Musa* (банан) та *Ensete* (енсета). Це багаторічні трав'янисті рослини, схожі на дерева, які мають добре розвинене підземне кореневище та коротке, майже непомітне над землею бульбоподібне стебло. Великі листки з довгими піхвами розташовані спіралью на цьому стеблі. Щільно охоплюючи одна одну, піхви листків утворюють багат шарове та міцне несправжнє стебло (псевдостебло), висотою до 15 метрів. Надземне справжнє стебло у цих рослин відсутнє [40].

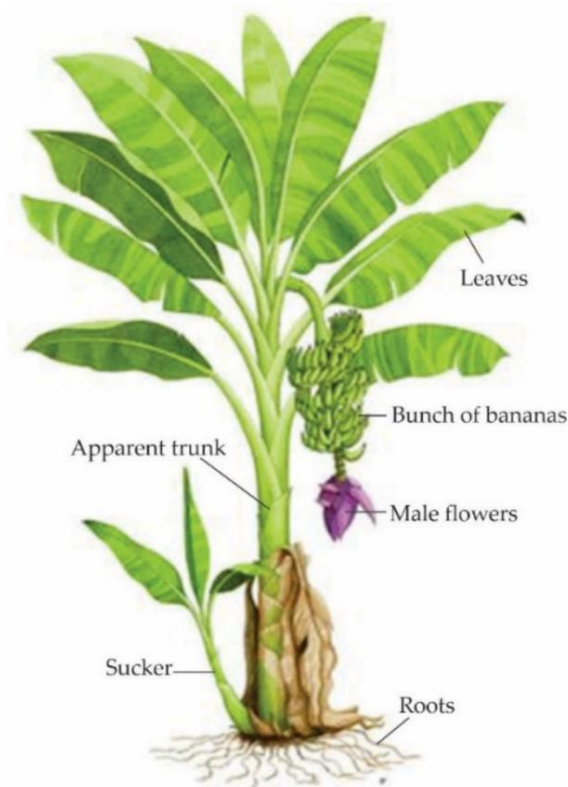


Рис.1.1. Частини бананової рослини [34]

Банан, плід рослин роду *Musa*, що належить до родини Бананових (*Musaceae*), є однією з найважливіших плодкових культур у світі. Банани вирощують у тропічних регіонах, і хоча там їх споживають найбільше, вони цінуються в усьому світі за свій смак, поживну цінність та доступність протягом

усього року. *Cavendish* або їстівні банани найчастіше їдять свіжими, хоча з ними можна проводити термічну обробку перед вживанням. Також їх використовують для ароматизації. Кулінарні сорти є більш крохмалистими, ніж солодкими, і широко використовуються як основне джерело їжі в тропічних регіонах. Їх готують як у стиглому, так і в недозрілому стані. Стиглий банан містить до 20% вуглеводів, а також збагачений харчовими волокнами, Марганцем, Калієм, та вітамінами С та В<sub>6</sub>.

#### 1.1.1. Історична довідка.

Банани та плантани, які ми знаємо сьогодні, беруть свій початок у Південно-Східній Азії та західній частині Тихого океану [15,33]. Вони еволюціонували від диких диплоїдних предків, чиї плоди були неїстівними та мали насіння. Їстівні ж сорти з'явилися внаслідок природного схрещування двох диких видів: *Musa Acuminata* (з геномом А) та *Musa Balbisiana* (з геномом В). Їхні геноми стали основою для утворення гібридів та поліплоїдів [36, 24].

Деякі з цих гібридних форм стали партенокарпічними (здатними утворювати плоди без запилення), стерильними та мали триплоїдний набір жіночих хромосом. Ці рослини давали їстівні плоди й розмножувалися вегетативно, за допомогою пагонів. Триплоїдні банани, що вперше з'явилися в Південно-Східній Азії (Індія та Філіппіни), піддавалися селекції на ознаки інтенсивного росту, великих плодів та здатності адаптуватися до різних умов, що робило їх кращими за своїх диплоїдних прародичів. Перші згадки про їстівні банани датуються приблизно 2500 роками тому в Індії.

Дослідження показали, що гени *Musa Acuminata* відповідають за стійкість гібридів до посухи та солодкий смак бананів, тоді як гени *Musa Balbisiana* підвищують стійкість до хвороб, покращують харчову цінність (зокрема, вміст крохмалю) та роблять плоди придатними для приготування, що характерно для плантанів [36, 20, 37].

Поширення бананів та плантанів за межі Азії відбувалося шляхом транспортування їхніх вегетативних частин (пагонів або бульбоцибулин) до різних тропічних регіонів. Спочатку, близько 500 року нашої ери, вони потрапили

на Мадагаскар, а згодом поширилися на східне узбережжя Африки, через Конго, досягнувши західного узбережжя континенту між XIV та XV століттями. Завдяки португальській колонізації банани продовжили свою експансію на Канарські острови. Після іспанського завоювання Канарських островів та колонізації Санто-Домінго (Домініканська Республіка), банани потрапили до Америки в 1516 році (XVI століття) і зрештою досягли узбережжя Центральної Америки та Карибського басейну [36, 17, 25].

На даний час банани широко розповсюджена рослина, але через свої кліматичні вподобання, вони не ростуть в деяких країнах. Але експорт і імпорт цього фрукту не відстає на економічному ринку світу, навпаки має великий попит.

#### 1.1.2. Морфологічні характеристики та розвиток рослин родини *Musaceae*.

Рослини цієї родини належать до однодольних трав, тому не утворюють дерев'янистих стебел. Вони мають вічнозелене листя, яке підтримується за рахунок постійного зростання нових пагонів або бульбоцибулин, що поступово замінюють старе, відмираюче листя головної рослини [36].

Банани та плантани розмножуються вегетативним способом — через висаджування пагонів або бульбоцибулин із м'ясистим корінням. Їхня коренева система включає первинні (діаметром 5–8 мм, до тисячі на один пагін), вторинні та третинні корені. Саме третинні корені відповідають за засвоєння води та поживних речовин. У бананів частка вторинних коренів становить 22%, а третинних — 77%. У плантанів цей розподіл інший: 53% — вторинні, 46% — третинні, що, ймовірно, пов'язано з нижчою врожайністю цих рослин [36].

Пагони, відомі також як бульбоцибулини або просто цибулини, формуються біля основної рослини й можуть досягати 200–300 мм у діаметрі. Їхня висота залежить від темпів росту. За будовою пагін складається з зовнішніх міжвузлів, покритих листям, та внутрішнього центрального циліндра, утвореного паренхімною тканиною, насиченою крохмалем, яка оточена коровим шаром завтовшки 10–30 мм. Розвиток пагона починається одночасно з появою листків у материнської рослини [36]. На початковому етапі вміст сухої речовини в пагоні становить приблизно 45%, але з наближенням до плодоношення він

зменшується до 30%, оскільки поживні речовини витрачаються на розвиток плодів. Одна рослина може дати до 15 таких пагонів.

Після висаджування пагона його листя починає розвиватися з центральної частини псевдостебла. Близько 95% псевдостебла становить вода. Окрім цього, кора псевдостебла багата на крохмаль [23, 11, 38]. Для формування повноцінної листкової системи необхідно приблизно шість місяців. Після цього рослина переходить у фазу цвітіння.

У процесі росту рослини листкові піхви поступово нашаровуються й потовщуються, утворюючи псевдостебло, яке продовжує витягуватись у висоту — від 2 до 8 метрів — до завершення активної фази формування листя. Зріле псевдостебло повинно бути щільним і м'ясистим, і складається з чотирьох основних шарів: зовнішнього, проміжного, внутрішнього та оболонки. Така багат шарова структура дозволяє утримувати плодову кисть масою понад 50 кг [3].

Після збору врожаю банан проходить докліматичну стадію з повільним метаболізмом, яку комерційно намагаються продовжити зберіганням при низьких температурах або в контрольованому середовищі. У цей період вміст крохмалю є високим, особливо у плантанах, а вміст цукрів залишається низьким. З початком кліматичної стадії відбувається активне вироблення етилену, що стимулює клімактеричне дихання з інтенсивним поглинанням кисню та виділенням вуглекислого газу. На стадії дозрівання спостерігаються помітні зміни: шкірка змінює колір з темно-зеленого на жовтий, розм'якшується, так само як і м'якоть, крохмаль перетворюється на прості цукри, з'являється характерний аромат. Вміст сухих речовин зростає, жорсткість та рН плодів знижуються, а вміст цукрів досягає 30-40%, коли шкірка стає насичено жовтою. Заключна стадія характеризується фізіологічною смертю плоду, що проявляється у побурінні шкірки та зміні кольору м'якоті на коричневий з желеподібною консистенцією. Загальний час дозрівання банана становить від 13 до 20 днів [36, 15].

### 1.1.3. Поширення та умови зростання.

Банани найкраще ростуть на сонячних відкритих ділянках, узліссях та берегах річок, утворюючи зарості на місцях вторинної рослинності, вирубках та занедбаних плантаціях. У густих тінистих лісах більшість видів перестають плодоносити та з часом гинуть, за винятком банана величезного, що росте в горах Нової Гвінеї. Конкуренція зі злаками може бути згубною для бананів, проте банан Бальбіса та енсета Омбле краще пристосовані до співіснування зі злаками у світлих лісах та саванах. Види енсети здатні переживати посуху завдяки запасу води в їхніх бульбоподібних стеблах, скидаючи листя та іноді витримуючи навіть пожежі. Деякі види бананів, поширені в мусонному кліматі Південно-Східної Азії, також відносно стійкі до посухи. Більшість бананів віддають перевагу вологому тропічному клімату на невеликих висотах, хоча існують і гірські види, чутливі до спеки та вологості. Цікаво, що банан Маклая на низьких висотах є безсім'яним, а в горах на висоті 900-1100 метрів утворює насіння. Банан величезний, що зростає до 2100 метрів у горах Нової Гвінеї, гине від грибкових захворювань при вирощуванні біля моря. Первинний ареал поширення бананів охоплює тропічні регіони Африки, Азії, Австралії та Океанії, і їх часто можна зустріти поблизу садів та плантацій у вологих тропіках, а також вони широко інтродуковані в інших регіонах [14].

#### 1.1.4. Використання.

Банан є ключовою сільськогосподарською культурою тропіків, а експорт бананів часто є основою економіки багатьох країн. Світове виробництво бананів сягає близько 25 мільйонів тонн, переважно зосередженого в Латинській Америці, хоча значні обсяги вирощуються також в Індії, Малайзії та Індонезії. Країни Африки виробляють понад мільйон тонн бананів. Завдяки виведенню стійких сортів, банани почали культивувати навіть у теплих субтропічних регіонах, досягаючи 30° північної та 31° південної широти, наприклад, у Лівані, Іспанії та Флориді. На Канарські острови банани були завезені ще в 1482 році португальськими мореплавцями [1].

Плоди столових сортів бананів містять велику кількість води, значну частку цукрів, невелику кількість білків та багаті на вітаміни, що робить їх

цінним дієтичним продуктом. Окрема група борошнистих сортів походить від *Musa Maclayi*, або *M. fehi* поширеного на островах Океанії та в Австралії. Ці банани мають помаранчеві плоди з жовтою м'якоттю та їстівним насінням [1].

Важливою технічною культурою тропіків є абака, з якої отримують міцне волокно ("манільська пенька"), яке має стійкість до гниття і цінне для виробництва канатів та технічних тканин. Подібний в застосуванні є *Musa Basjoo*, з якого в Японії виготовляють плетені вироби. *Ensete Ventricosum*, що росте в Африці, використовується як їстівна рослина, її молоді стебла та суцвіття запікають, а молоді плоди маринують або їдять свіжими [1].

Представники родини Бананових мають значний потенціал як джерело целюлозних волокон та крохмалю, що містяться у провідних пучках та псевдостеблах. Те що вважається відходами може бути використане для виробництва екологічно чистих матеріалів, що замінять синтетичні пластмаси на основі нафти в таких галузях, як пакування та автомобільна промисловість [14].

#### 1.1.5. Форми розмноження родини бананових.

Відомі такі способи розмноження бананів: вегетативне розмноження (живцями, поділом кореневища); культура тканини (мікроклонування); насіннєве розмноження (використовується переважно в селекційних цілях).

Вегетативне розмноження залишається основним методом для комерційного вирощування бананів, оскільки забезпечує генетичну однорідність та швидке отримання врожаю. Розмноження паростками (прикореневими відсадками або "suckers") є найбільш доступним та широко використовуваним методом. Для посадки відбирають здорові, енергійні паростки з добре розвиненою кореневою системою.

#### **Процес розмноження живцями**

Спочатку обирають паростки висотою 90-150 см, без ознак захворювань чи механічних пошкоджень. Їх акуратно відокремлюють від материнської рослини гострим інструментом, мінімізуючи травмування обох рослин. Відокремлені паростки очищають від зайвого листя, залишаючи 2-3 верхніх. Занадто довге

коріння підрізають до 25-30 см. Для профілактики захворювань зрізи можна обробити фунгіцидом. Підготовлені паростки висаджують у заздалегідь підготовлені ями розміром 60х60х60 см на відстані, що залежить від сорту (зазвичай 2-3 м між рядами та 1.5-2 м у ряду). Кореневу шийку заглиблюють на 10-15 см. Після посадки необхідний рясний полив. У подальшому підтримують оптимальну вологість ґрунту, особливо в період активного росту.

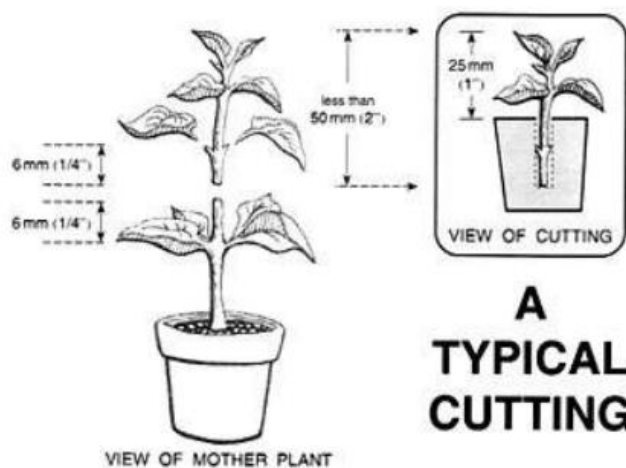


Рис. 1.2. Ілюстрація процесу розмноження живцями [10]

Розмноження поділом кореневища використовується рідше і полягає у поділі викопаного здорового кореневища на частини, кожна з яких має життєздатну бруньку. Отримані частини обробляють фунгіцидом та висаджують окремо.

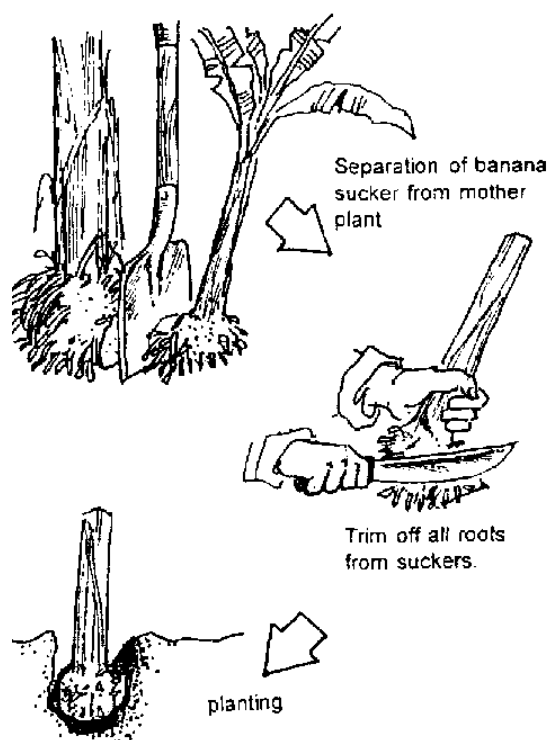


Рис. 1.3. Ілюстрація поділу кореневищем [10]

### Розмноження банана методом культури тканини (мікроклонування)

Мікроклонування є важливим методом для масового виробництва оздоровленого посадкового матеріалу, вільного від вірусів та інших патогенів. Метод включає вирощування рослин з меристемних тканин в стерильних лабораторних умовах з подальшою адаптацією в умовах *in vitro*.

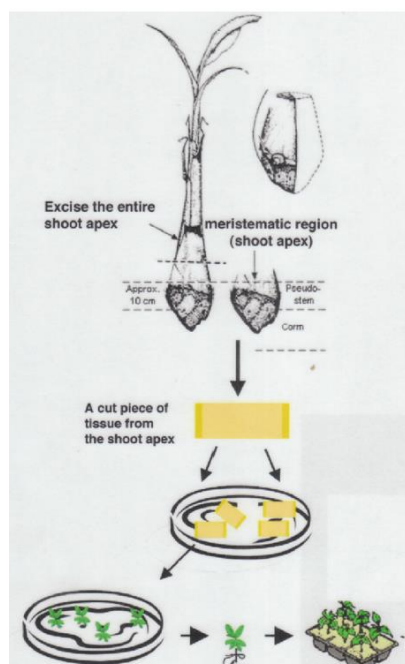


Рис. 1.4. Ілюстрація мікроклонування банану [16, 29]

### **Насіннєве розмноження банана**

Така форма розмноження використовується переважно селекціонерами для створення нових гібридів, оскільки більшість комерційних сортів є стерильними або утворюють нежиттєздатне насіння [19].

### **Процеси посадки та умови догляду**

Для успішного вирощування бананів необхідно враховувати наступні фактори:

- Освітлення (банани потребують інтенсивного сонячного освітлення (не менше 6-8 годин на день));
- Вітрозахист (велике листя бананів легко пошкоджується вітром, тому бажано обирати захищені ділянки);
- Якість ґрунту (він повинен бути родючим, пухким, добре дренованим, з рН 6.0-7.5);
- Вологість (банани є вологолюбними рослинами, особливо в період активного росту та плодоношення).

Підготовка ґрунту включає глибоке розпушування, видалення бур'янів та внесення органічних добрив (компост, перегній) у розрахунку 5-10 кг на посадкову яму [32].

Щоб посадити банан викопують ями розміром 60x60x60 см. На дно закладають дренаж (за необхідності). Вносять підготовлену ґрунтову суміш з органічними добривами. Саджанець розміщують в центрі ями, не заглиблюючи кореневу шийку більше ніж на 10-15 см. Засипають ґрунтом, злегка ущільнюють та рясно поливають. Мульчують пристовбурне коло для збереження вологи та боротьби з бур'янами.

Догляд за бананами включає ряд основних заходів, серед яких регулярний полив, особливо важливий у суху погоду та в період активного росту рослини. Протягом вегетації необхідно проводити підживлення органічними та мінеральними добривами, такими як азот, фосфор і калій, враховуючи потреби банана на кожній стадії його розвитку. Мульчування пристовбурного кола

допомагає зберігати вологу в ґрунті та запобігає росту бур'янів. Регулярне видалення зайвих бічних паростків сприяє кращому розвитку основної плодоносної рослини, при цьому залишають 1-2 найбільш сильних паростки для наступного циклу. У період плодоношення важливо підв'язувати стебла з плодами для запобігання їх обламуванню. Для підтримки здоров'я рослин необхідний регулярний моніторинг на наявність шкідників та хвороб і своєчасне застосування засобів захисту. Крім того, слід своєчасно видаляти відмерле та пошкоджене листя [21].

## 1.2. Ботанічна та морфологічна характеристика представника родини бананових (*Musaceae*) - банан оксамитовий (*Musa Velutina*)

*Musa Velutina*, також відомий як рожевий банан, є тропічною багаторічною рослиною родини бананових (*Musaceae*). Зазвичай вирощується як декоративна рослина, особливо в субтропічному кліматі, завдяки своїм декоративним плодам. Зазвичай досягає 1,2 - 1,8 метра у висоту. Має велике листя, темно-зелене, довжиною до 95 см та шириною 35 см, видовжено-еліптичної форми. Має псевдостебло жовтувато-зеленого або пурпурно-зеленого кольору, яке вільно утворює бічні пагони. Квіти однодомні, тобто на одній рослині є і чоловічі, і жіночі квітки. Бувають жовтого або помаранчевого кольору, розташовані всередині приквітків. Приквітки світло-рожеві з білими смужками зовні. Плоди кутасті, довжиною близько 8 см, червонувато-рожевого кольору, вкриті оксамитовими волосками. Також солодкі та їстівні, але містять тверде чорне насіння. Кожна "кисть" складається з 3-4 "пальців". *Musa Velutina* цвіте протягом року, а плоди дозрівають і розкриваються, демонструючи білу м'якоть [27].



Рис. 1.5. *Musa Velutina* (банан оксамитовий)

### 1.3. Шкідники та хвороби *Musa Velutina*

Найпоширенішими шкідниками є бананова попелиця, бананові довгоносики та банановий павутинний кліщ.

Дрібні м'якотілі комахи, відомі як бананова попелиця, харчуються соком бананових рослин, найчастіше скупчуючись на нижній стороні листя. Їхня присутність може призвести до сповільнення росту та пожовтіння листкової пластинки. Крім того, ці шкідники здатні переносити вірусні захворювання, що становить додаткову загрозу для бананових насаджень. Ідентифікувати бананову попелицю можна за її невеликим розміром та скупченнями особин зеленого або чорного кольору на поверхні рослин. Для боротьби з цим шкідником рекомендується обприскувати уражені рослини сильним струменем води, що допомагає механічно видалити попелицю. Ефективним також є застосування інсектицидного мила або олії німу для контролю чисельності популяції шкідника [7].

Бананові довгоносики є небезпечними шкідниками, які проникають всередину псевдостебел бананових рослин, що призводить до їх в'янення, пожовтіння та, зрештою, загибелі. Особливо вразливими до їхньої дії є молоді рослини бананів. Дорослих бананових довгоносиків можна ідентифікувати за їхнім темно-коричневим забарвленням та характерною подовженою передньою частиною голови, схожою на морду. Личинки ж мають вигляд білих безногих черв'яків, які живуть і харчуються всередині стебла рослини. Для запобігання появі та контролю популяції бананових довгоносиків необхідно негайно видаляти та знищувати всі уражені частини рослин. Додатково, обробка ґрунту навколо основи рослин інсектицидним пилом або нематодами може допомогти в боротьбі з цими шкідниками [7].

Павутинні кліщі являють собою дуже дрібних павукоподібних істот, які живляться соком бананових рослин, що призводить до появи на листках характерної крапчастості, втрати кольору та утворення тонкої павутини. Масове

ураження цими шкідниками може призвести до ослаблення рослини та зниження інтенсивності цвітіння. Ідентифікувати бананового павутинного кліща досить складно через його надзвичайно малий розмір; часто його присутність помітна як дрібні рухливі цятки на нижній стороні листової пластинки. На ураженому листі також може спостерігатися тонка павутина. Для боротьби з павутинними кліщами рекомендується підвищувати рівень вологості навколишнього повітря та регулярно обприскувати рослини водою. У випадках значного поширення шкідника ефективним може бути застосування садової олії або інсектицидного мила для контролю популяції кліщів [7].

### **Стратегія боротьби зі шкідниками**

Для ефективного запобігання зараженню бананових рослин шкідниками та підтримання їхнього здоров'я, окрім цілеспрямованих методів боротьби, важливо впроваджувати комплексні стратегії інтегрованої боротьби зі шкідниками. Однією з ключових складових цієї стратегії є регулярний моніторинг, що передбачає часті огляди бананових рослин на предмет ознак шкідливої діяльності, таких як пошкодження листя, зміна його кольору або безпосередня присутність комах. Сприяння біорізноманіттю шляхом висаджування різноманітних квітучих рослин поблизу може залучити корисних комах-хижаків, які природним чином контролюватимуть популяції звичайних шкідників. Важливу роль відіграє також культурний контроль, що включає дотримання правильного режиму поливу та внесення добрив для підвищення загальної сили та стійкості рослин до шкідників. З метою запобігання розвитку стійкості у шкідників до пестицидів рекомендується чергувати різні типи обробок при їх застосуванні. Крім того, використання фізичних бар'єрів, таких як укриття для рядів або липкі пастки, може допомогти захистити бананові рослини від повзаючих шкідників, наприклад, довгоносиків. Впровадження цих стратегій у практику догляду за садом дозволить ефективно контролювати поширених шкідників, одночасно мінімізуючи негативний вплив на довкілля та сприяючи загальному здоров'ю рослин [7].

Чорна Сігатока, або Чорна плямистість листя, є надзвичайно шкідливою грибковою хворобою бананів, що завдає значних економічних збитків у тропічних та субтропічних регіонах світу. Її поширення відбувається переважно за допомогою спор гриба *Mycosphaerella Fijiensis*, які активно утворюються та розносяться, особливо в умовах підвищеної вологості, частих дощів та роси.



Рис. 1.6. Типові симптоми хвороби Чорної Сігатоки смугастості [13]

Перші ознаки інфекції проявляються на листках у вигляді дрібних червонувато-коричневих ліній, які з часом збільшуються, перетворюючись на коричневі смуги. По мірі розвитку хвороби ці смуги розширюються, формуючи характерні еліптичні плями. Спочатку вони мають коричневий колір на нижній стороні листка та чорний – на верхній, вирізняючись злегка заглибленою структурою та оточенням жовтуватого ореолу. У подальшому центральна частина плями набуває сірого відтінку, зберігаючи чорну облямівку та жовтий ореол. На заключному етапі плями зливаються, охоплюючи значну площу листкової пластинки, що призводить до її некрозу та відмирання [13].

Інкубаційний період, тобто час від моменту зараження до появи перших видимих симптомів, може варіюватися залежно від погодних умов, таких як температура та вологість, а також від сприйнятливості конкретного сорту бананів. За сприятливих умов він може становити близько двох тижнів, тоді як за менш сприятливих може подовжуватися до місяця.

Ураження чорною сігатокою суттєво впливає на фізіологічний стан бананової рослини. Зменшення площі здорової листкової поверхні призводить до зниження інтенсивності фотосинтезу, що безпосередньо впливає на формування та налив плодів. Внаслідок цього спостерігається зменшення загального врожаю, затримка дозрівання плодів, їх передчасне досягання та погіршення товарних якостей.

Контроль чорної сігатоки є складним та часто потребує комплексного підходу, що включає як агротехнічні заходи, спрямовані на створення несприятливих умов для розвитку хвороби, так і застосування фунгіцидів. Важливе значення мають профілактичні заходи, такі як забезпечення належної вентиляції на плантаціях, своєчасне видалення та знищення ураженого листя, а також використання стійких сортів, де це можливо. У випадках значного поширення хвороби застосування хімічних препаратів є необхідним для запобігання подальшим втратам урожаю [13].

#### 1.4. Перспективи вирощування *Musa Velutina*

Оксамитовий банан (*Musa Velutina*) має сучасні перспективи вирощування переважно як декоративна рослина завдяки своєму привабливому зовнішньому вигляду з яскраво-рожевими оксамитовими плодами, великим зеленим листям та відносно компактним розмірам, що робить його популярним для садів, оранжерей, зимових садів та як кімнатну рослину, а також цінним екземпляром для ботанічних садів та освітніх цілей, існує потенціал для селекції нових декоративних сортів та гібридизації. Ринок виробництва оксамитового банана є спеціалізованим і зосереджений на розсадниках декоративних рослин, інтернет-торгівлі та квіткових магазинах, з певним потенціалом для експорту, проте існують обмеження, пов'язані з непридатністю плодів для масового споживання та чутливістю до низьких температур [39, 31, 18].

Крім естетики, плоди *Musa Velutina* їстівні та мають солодкий смак, хоча містять велику кількість твердого чорного насіння, що робить їх менш привабливими для споживання порівняно з комерційними бананами [26].

Нові дослідження показують, що різні частини *Musa Velutina* можуть мати поживні та фітохімічні переваги. Дослідження *Musa Sapientum var. Velutina* (тісно пов'язаний сорт) виявило наявність різних фітохімічних речовин, таких як сапоніни, алкалоїди, флавоноїди та феноли, у листі та шкірці, а також значний вміст мінералів, включаючи натрій і кальцій. Ці сполуки свідчать про потенційні антиоксидантні та інші біологічно активні властивості [28].

Крім того плоди рожевого банана містять амінокислоти, які можуть сприяти еластичності шкіри та мати антивікові ефекти. Також відомо про його депігментуючу дію, яка потенційно ефективніша за вітамін С у боротьбі з сонячними та віковими плямами. Наявність аргініну може сприяти загоєнню шкіри, стимулюючи вироблення колагену. Крім того, плід демонструє значну антиоксидантну силу та є джерелом важливих вітамінів (А, В<sub>6</sub>, С, D) і

мікроелементів, таких як калій і магній, які корисні для загального здоров'я та шкіри [12].

Хоча традиційне медичне використання ширшого роду *Musa* включає лікування виразок, дизентерії та регулювання кров'яного тиску, конкретні дослідження, присвячені лікарським властивостям *Musa Velutina*, все ще розвиваються. Однак виявлені фітохімічні та поживні компоненти вимагають подальшого вивчення щодо його потенційного застосування для здоров'я [35].

## РОЗДІЛ II. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 1.1. Обладнання та матеріали лабораторії біотехнології рослин

Навчально-наукова лабораторія біотехнології та клітинної інженерії є спеціалізованим комплексом, оснащеним необхідними приміщеннями та обладнанням для виконання всіх етапів мікроклонального розмноження та культивування. Структура такої лабораторії включає кілька функціональних зон: кімнату для миття лабораторного посуду, приміщення для приготування поживних середовищ, блок для їх стерилізації, а також окрему кімнату для стерилізації посуду, інструментів та допоміжних матеріалів, операційну кімнату для проведення маніпуляцій з експлантатами, світлу та темнову культуральні кімнати для вирощування рослин в контрольованих умовах освітлення, кімнату для центрифугування та лабораторне приміщення [6].

Приміщення для миття лабораторного посуду обладнана кількома раковинами, стійкими до дії кислот, з підведеною гарячою та холодною водою. Для зручності роботи передбачаються стелажі для сушіння вимитого посуду та шафи для його безпечного зберігання. Безпосередньо над мийкою встановлюється дистиллятор для отримання чистої води, необхідної в біотехнологічних процесах.

Приміщення для приготування поживних середовищ оснащена вагами для точного зважування компонентів, рН-метром для контролю кислотності, лабораторними столами для зручної роботи, магнітними мішалками для розчинення речовин, електроплитками для нагрівання, холодильними камерами для зберігання термолабільних інгредієнтів, водяними банями для підтримання необхідної температури та шафами для безпечного зберігання реактивів і лабораторного посуду (рис.2.1).



Рис. 2.1. Приміщення для приготування поживних середовищ (власне фото)

Приміщення для стерилізації поживних середовищ, лабораторного посуду, матеріалів та інструментів обладнується автоклавом для парової стерилізації під тиском, сушильною шафою для стерилізації сухим жаром, шафами для зберігання вже простерилізованих матеріалів, а за наявності – також стерилізатором іншого типу.

Для культивування ізолюваних рослинних тканин та рослин-регенерантів використовується світла культуральна кімната (рис. 2.2), тоді як темнова кімната призначена для вирощування калусних і суспензійних культур. В обох приміщеннях автоматично підтримуються та регулюються необхідні умови: освітлення, температура в діапазоні 25-26 °С, вологість повітря на рівні 70-80%, а також забезпечується кондиціонування. Культуральні кімнати обладнані стелажми зі скляними полицями та встановленими лампами для розміщення пробірок і колб з культурами.



Рис. 2.2. Світла кімната для культивування (власне фото)

Приміщення, де проводяться маніпуляції з рослинними експлантатами, повинне підтримуватися в асептичних умовах. Для цього його оснащують ламінарними боксами (рис 2.3), що забезпечують стерильне робоче середовище, бактерицидними лампами для знезараження повітря та поверхонь, а також шафами або стелажми для зберігання стерильних інструментів і матеріалів.

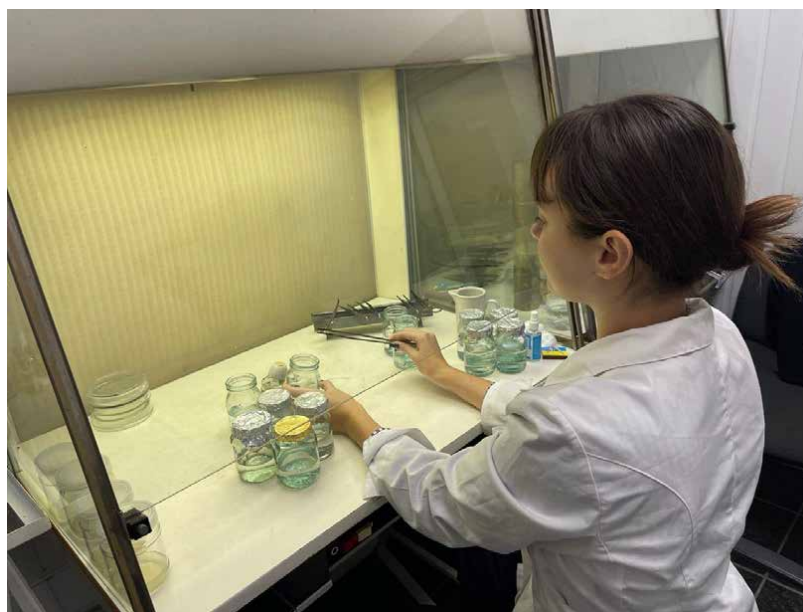


Рис. 2.3. Процес роботи за ламінарним боксом (власне фото)

Лабораторне приміщення, призначене для проведення досліджень, пов'язаних з вирощуванням тканин рослин, має бути оснащене різноманітним

обладнанням, включаючи мікроскопи (світлові, флуоресцентні), спектрофотометри, електрофоретичні системи (для білків та ДНК/РНК), ПЛР-ампліфікатори (термоциклери), ваги аналітичні та технічні, рН-метри, водяні бані та термостати, витяжну шафу, лабораторні центрифуги, дозатори та піпетки різних об'ємів, комп'ютерне обладнання та програмне забезпечення, а також лабораторні столи та шафи для зручного розміщення обладнання, реактивів та витратних матеріалів, при цьому конкретний набір обладнання може варіюватися залежно від спеціалізації та напрямків досліджень лабораторії.

## 1.2. Особливості мікроклонального розмноження

Мікроклональне розмноження рослин (МКРР) в асептичних умовах варіюється залежно від виробничих потреб і спеціалізації лабораторій, а вибір оптимальної моделі культивування *in vitro* тісно пов'язаний з біологічними особливостями видів рослин. Розвиток регенерантів залежить від комплексу факторів, серед яких ключовими є тип експлантата, генотип рослини, умови вирощування донорських рослин, склад живильних середовищ та фотоперіод.

Існуюча класифікація методів МКРР поділяє їх на дві основні групи: перша ґрунтується на активації вже існуючих меристем (пазушні бруньки), що забезпечує генетичну ідентичність отриманих рослин материнській формі та широко застосовується для прискореного розмноження у насінництві. Друга група передбачає індукцію утворення бруньок або ембріоїдів трьома шляхами: безпосередньо зі спеціалізованих тканин експлантата, через утворення первинного калюсу або з використанням пересадкової калюсної тканини чи клітин суспензійної культури; рослини, отримані цим шляхом, можуть мати певну ймовірність генетичних змін і тому частіше використовуються в селекційних цілях.

Загальний процес МКРР включає чотири основні етапи: відбір та стерилізація експлантатів, прискорене розмноження в умовах *in vitro* та адаптація в умовах *in vivo*, кожен з яких має свої методичні підходи та вимоги до навколишнього середовища, об'єднані використанням культури *in vitro*. Сучасні дослідження також виокремлюють етап постасептичної адаптації при перенесенні пробіркових рослин у ґрунт [8].

Вирощування рослин в умовах *in vitro* має такі переваги: незалежність росту та розвитку від погодних і кліматичних факторів; можливість збереження та розмноження видів і сортів, які складно розмножуються в природних умовах, у вигляді колекцій *in vitro*; підтримання високого ростового та регенераційного потенціалу рослин шляхом їх періодичного перенесення на свіже поживне середовище в оптимальних температурних умовах, що забезпечує їх збереження

в активному рості. Завдяки цьому стає можливим отримання великої кількості посадкового матеріалу [5].

### 1.3. Вибір експлантатів для отримання стерильних рослин

Метою відбору є отримання життєздатного рослинного матеріалу, вільного від контамінації (мікроорганізмів, таких як бактерії та гриби), з високим регенераційним потенціалом та генетично стабільного.

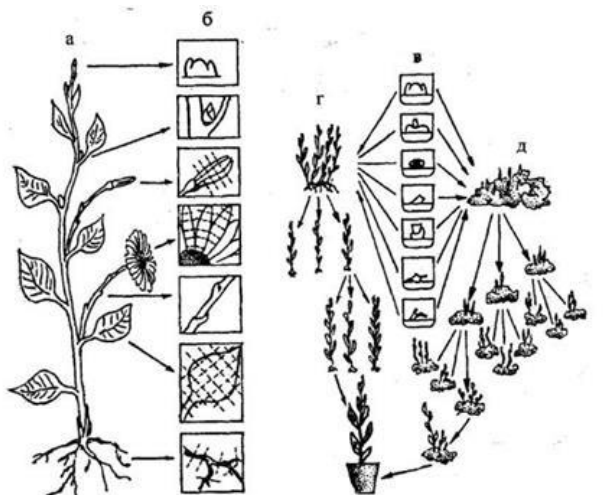


Рис. 2.4. Схема мікроклонального розмноження рослин: а – вихідна рослина; б – різні типи експлантатів, які використовуються для мікророзмноження; в – ті самі експлантати в культурі *in vitro*; г – пряма регенерація рослин з існуючих в ізолюваних експлантатах меристем або з меристем які утворюються з диференційованих клітин (наприклад, епідермісу) без виникнення калюсу; д – регенерація рослин із калюсу шляхом органогенезу (за: Кунах, 2005) [2].

Для мікроклонального розмноження залежно від виду, сорту та мети можуть застосовуватися різноманітні частини рослин, серед яких найчастіше використовуються верхівкові та пазушні меристеми завдяки їхній високій здатності до поділу клітин та відносній свободі від системних інфекцій на ранніх етапах розвитку; також застосовуються частини пагона, такі як вузли та міжвузля, що містять бруньки або меристематичні зони; листки, особливо молоді та активно зростаючі частини листкової пластинки та черешки; зародки та їхні складові, включаючи сім'ядолі, гіпокотиль та епикотиль, які використовуються для розмноження з насіння або для ініціації первинної культури; суцвіття та їхні

компоненти, такі як квітконіжки, окремі квітки, пиляки та зав'язі, що застосовуються у спеціальних випадках, наприклад, для отримання гаплоїдних рослин через антерну культуру; і рідше використовуються корені, зокрема їхні кінчики, які можуть слугувати джерелом експлантатів для деяких видів рослин [9].

На вибір експлантатів для мікроклонального розмноження впливає низка факторів, серед яких вид та сорт рослини, оскільки різні рослини демонструють різну здатність до регенерації з різних типів тканин, що зумовлює необхідність підбору оптимального типу експлантата для кожного конкретного випадку. Вік та фізіологічний стан донорської рослини також є важливими, адже молоді, активно зростаючі рослини, вирощені в оптимальних умовах, зазвичай забезпечують кращі експлантати з вищим регенераційним потенціалом. Сезон відбору також має значення, оскільки час року може впливати на фізіологію рослини та її здатність до регенерації *in vitro*, причому для багатьох видів весняний період активного росту є найбільш сприятливим. Розмір та розташування експлантата на рослині також є критеріями вибору, зазвичай рекомендується використовувати невеликі експлантати, що містять меристематичні тканини, а розташування експлантата може впливати на його стерильність та регенераційну здатність. Мета мікроклонування також визначає вибір експлантата: для масового розмноження перевагу часто віддають пазушним брунькам, що забезпечують генетичну стабільність, тоді як для отримання калюсної культури можуть використовуватися інші тканини, такі як листки або стебла.

Стерильність донорської рослини є ключовим фактором, оскільки важливо відбирати експлантати від здорових, неінфікованих рослин.

#### 1.4. Стерилізація інструментів та експлантатів

Ефективне проведення мікроклонального розмноження вимагає дотримання стерильності на всіх етапах, включаючи підготовку інструментів та рослинного матеріалу.

Стерилізація інструментів здійснюється шляхом прожарювання металевих інструментів, таких як пінцети, скальпелі, ножиці та голки, в сушильній шафі при високій температурі (160-180°C) протягом 2-3 годин. Безпосередньо перед роботою в ламінарному боксі інструменти додатково стерилізують 96% етиловим спиртом з подальшим обпалюванням у полум'ї спиртівки та охолодженням на стерильній підставці. Важливо використовувати стерильні інструменти для кожної маніпуляції, повторюючи процедуру стерилізації перед повторним використанням [4].

Стерилізація рослинного матеріалу (експлантатів) є необхідною для усунення епіфітної мікрофлори з їхньої поверхні. Перед стерилізацією рослинні об'єкти ретельно промивають проточною водою з використанням миючих засобів та очищають від зайвих тканин, таких як кора з пагонів, покривні луски з бруньок та шкірка з коренів і коренеплодів [3]. Для стерилізації експлантатів застосовують різноманітні хімічні агенти, включаючи етиловий спирт, розчини з активним хлором (хлорамін, гіпохлорит натрію та кальцію), бромну воду, сулему, перекис водню, нітрат срібла та діацид, а також антибіотики.

Для попередньої стерилізації часто використовують етиловий спирт, протираючи поверхню матеріалу або занурюючи його в абсолютний спирт на кілька секунд. Цей метод використовується при роботі з насінням, плодами та пагонами.

Гіпохлорит натрію є поширеним стерилізуючим агентом, що застосовується у вигляді 0,5-5% розчину протягом 1-20 хвилин для обробки різних типів експлантатів. Концентрацію та час обробки підбирають експериментально, враховуючи токсичність речовини для рослинних клітин.

Залишки гіпохлориту натрію спочатку видаляють слабким розчином хлористоводневої кислоти (0,01н HCl), а потім ретельно промивають автоклавованою дистильованою водою (до восьми разів).

Хлорамін застосовують у концентрації від 1 до 6%, обробляючи пиляки та молоді зародки протягом 1-3 хвилин, а сухе насіння – 30-60 хвилин з подальшим дво-триразовим промиванням стерильною дистильованою водою [3].

Гіпохлорит кальцію (хлорне вапно) використовують у вигляді 5-7% розчину протягом 5-8 хвилин для обробки насіння, зав'язей, бруньок, пагонів та квіток.

Сулема є токсичною, тому її концентрацію для стерилізації кожного виду рослинного матеріалу підбирають індивідуально. Для зародків використовують 0,1% розчин протягом 1-3 хвилин, а для коренеплодів та бульбоплодів – до 10-20 хвилин.

Для стерилізації рослинного матеріалу, інфікованого бактеріями, використовують антибіотики, такі як стрептоміцин та тетраміцин (10-80 мг/л), ампіцилін (200-400 мг/л) та левоміцетин. Процес стерилізації експлантатів стериліантами здійснюється безпосередньо в ламінарному боксі [3].

Розчини, що містять активний хлор, використовуються одноразово і готуються безпосередньо перед застосуванням.

Перекис водню вважається найменш шкідливою стерилізуючою речовиною, і після обробки експлантат не потребує промивання дистильованою водою.

Вибір стерилізуючої речовини, її концентрації та тривалості обробки залежить від багатьох факторів, включаючи вид рослини, її фізіологічний стан, місце зростання, тип експлантата та рівень його інфікованості. Оптимальні умови стерилізації підбираються експериментально для кожного конкретного випадку з метою досягнення максимальної стерильності без значного пошкодження рослинних тканин.

Процес стерилізації матеріалу стериліантами проводять тільки у ламінарному боксі.



## 1.5. Ознайомлення з живильними середовищами для культивування рослинного матеріалу

Поживні середовища є фундаментальним елементом у процесі вирощування рослин *in vitro*. Для кожного виду і сорту рослин підбирають унікальний склад, який повністю відповідає потребам культури на різних етапах розвитку. Баланс мінералів та фітогормонів у середовищі коригується залежно від фази мікроклонального розмноження та біологічних особливостей конкретної рослини.

Зазвичай до складу середовищ входять мінеральні солі (макро- та мікроелементи), джерело енергії у вигляді глюкози, вітаміни, амінокислоти та гормони, такі як цитокініни, ауксини та гібереліни. Важливо також підтримувати стабільний рівень рН, який сприяє ефективному засвоєнню поживних речовин.

Стартові експерименти зі складання середовищ проводяться на основі універсальних формул, серед яких особливо популярним є середовище Мурасіге-Скуга (MS). Воно відзначається високим вмістом неорганічного азоту, що позитивно впливає на процеси формування органів та соматичної ембріогенези. Також застосовуються середовища Уайта, Гамборга В5, Хеллера та інші.

За фізичною формою поживні середовища поділяють на рідкі та тверді. Рідкі середовища забезпечують кращу циркуляцію поживних речовин і використовуються для суспензійних культур, ізольованих тканин та регенерантів. Тверді середовища створюються з використанням агар-агару, який, завдяки своїм гелеутворюючим властивостям (при рН 5,6–6,0), надає підтримку посадженому матеріалу та забезпечує рівномірне постачання поживних речовин.

До складу мінеральних солей, що є компонентом поживних середовищ, входять як мікроелементи (цинк, кобальт, марганець, мідь, бор, молібден), так і необхідні макроелементи (фосфор, азот, магній, кальцій, сірка та калій).

Органічні сполуки, такі як білки, жири та нуклеїнові кислоти, містять азот, фосфор і сірку. Іони кальцію, натрію, калію, хлору та гідрогену є важливими для

підтримання фізіологічних градієнтів у клітинах (осмотичного тиску, тургору та полярності), а також для регулювання кислотності середовища. Мікроелементи цинк, залізо, молібден, кобальт та марганець у комплексі з порфіринами беруть участь у формуванні макромолекул хлорофілу та окисно-відновних ферментів, таких як каталаза, пероксидаза та поліфенолоксидаза.

Вітаміни також є важливими компонентами поживних середовищ, які ефективно стимулюють ріст рослинних тканин. Практично у всіх поживних середовищах присутні вітаміни групи В (В1, В2, В6), а для деяких культур додатково використовуються аскорбінова, пантотенова, нікотинова та фолієва кислоти, а також мезоінозит.

Ріст і розвиток рослин контролюються фітогормонами, які поділяються на стимулятори та інгібітори, причому в біотехнологічних дослідженнях найчастіше використовуються стимулятори, такі як ауксини, цитокініни та гібереліни.

Ауксини, до яких належать індоліл-3-масляна кислота (ІМК), індоліл-3-оцтова кислота (ІОК), 2,4-дихлорфеноксиоцтова кислота (2,4-Д) та  $\alpha$ -нафтилоцтова кислота (НОК), стимулюють ріст та розтягнення клітин, а також сприяють утворенню калусної тканини та коренів.

Цитокініни, такі як кінетин (6-фурфуріламінопурин) та 6-бензиламінопурин (6-БАП) регулюють процеси поділу та диференціації клітин, а також сприяють формуванню пагонів у калусній тканині.

Гібереліни, зокрема гіберелова кислота (ГК3), а також ГК1, ГК2 та інші, стимулюють ріст і витягування стебла шляхом розтягнення клітин, можуть викликати зміни статі та провокують рослину вийти з стану спокою.

Рівень рН поживного середовища є значущим фактором, що впливає на культивування експлантатів, оскільки він визначає стабільність та доступність вітамінів і фітогормонів. Для оптимального росту рослин в умовах *in vitro* рекомендується підтримувати рН середовища в межах 5,0–6,0.

## РОЗДІЛ ІІІ. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження *M. Velutina* є досить необхідні в наш час. За рекомендаціями науковця С. Каллоу та ін. збереження насіння бананів є глобальним пріоритетом продовольчої безпеки. Провівши дослідження група цих науковців виявила, що зразки насіння мають низьку життєздатність (в середньому 25%), що являє собою проблеми зі зберіганням та обробкою насіння. Вони опитали 22 установи, що займаються збереженням генетичних ресурсів бананів, щодо ключових обмежень та прогалин у знаннях, з якими стикаються установи у зв'язку зі збереженням насіння бананів. Ними були виявлені основні обмеження, включаючи пошук відповідного матеріалу та популяцій для збору насіння, брак знань щодо оптимальних умов зберігання та умов проростання. Також вони провели пріоритезацію збереження та аналіз прогалин таксонів *Musaceae*, використовуючи встановлені методи, щоб індексувати репрезентативність. Загалом, їхня оцінка збереження показала, що, незважаючи на цей розширений набір даних, дикі родичі бананових культур недостатньо збережені, причому 51% таксонів взагалі не представлені в колекціях насіння [22]. На основі цих рекомендацій, було проведено перше дослідження.

### Дослідження №1

Наше дослідження було проведене з метою отримання асептичної рослини *Musa Velutina* методом МКР. Завданням було підібрати правильну схему стерилізації насіння та відповідно культивувати в умовах за допомогою методу МКР.

В якості експлантата було обрано насіння *Musa Velutina* (банан оксамитовий) (рис. 3.1.) в кількості 9 шт (3 упаковки).



Рис. 3.1. Насіння *Musa Velutina*

Стерилізуючими речовинами було обрано розчин «Сулеми» ( $\text{HgCl}_2$ ) та розчин «Білизни». На основі аналізу літературних джерел було складено схему стерилізації для насіння *Musa Velutina* (схема 1).

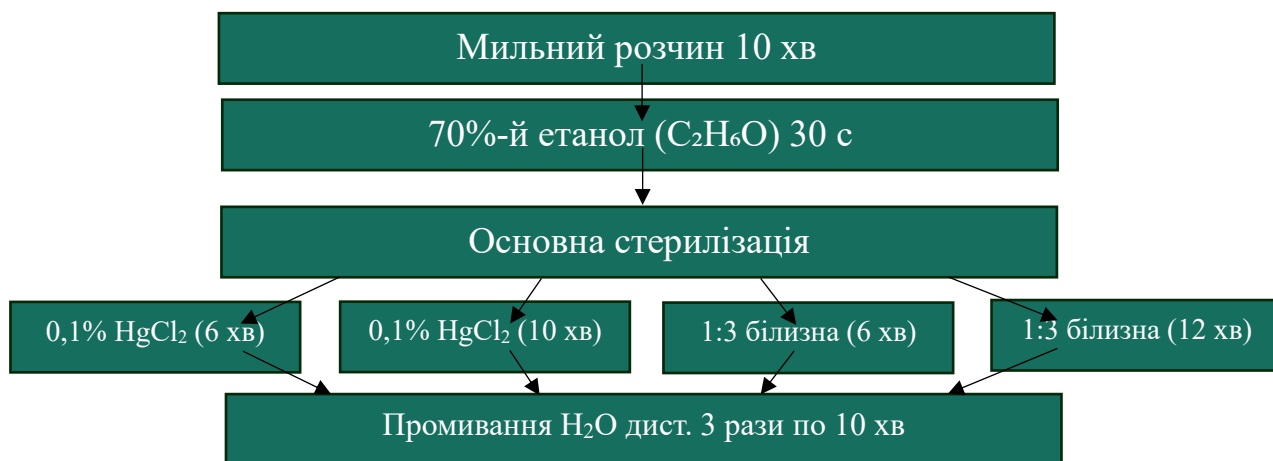


Схема 1. Схема стерилізації виділених експлантатів *Musa Velutina*

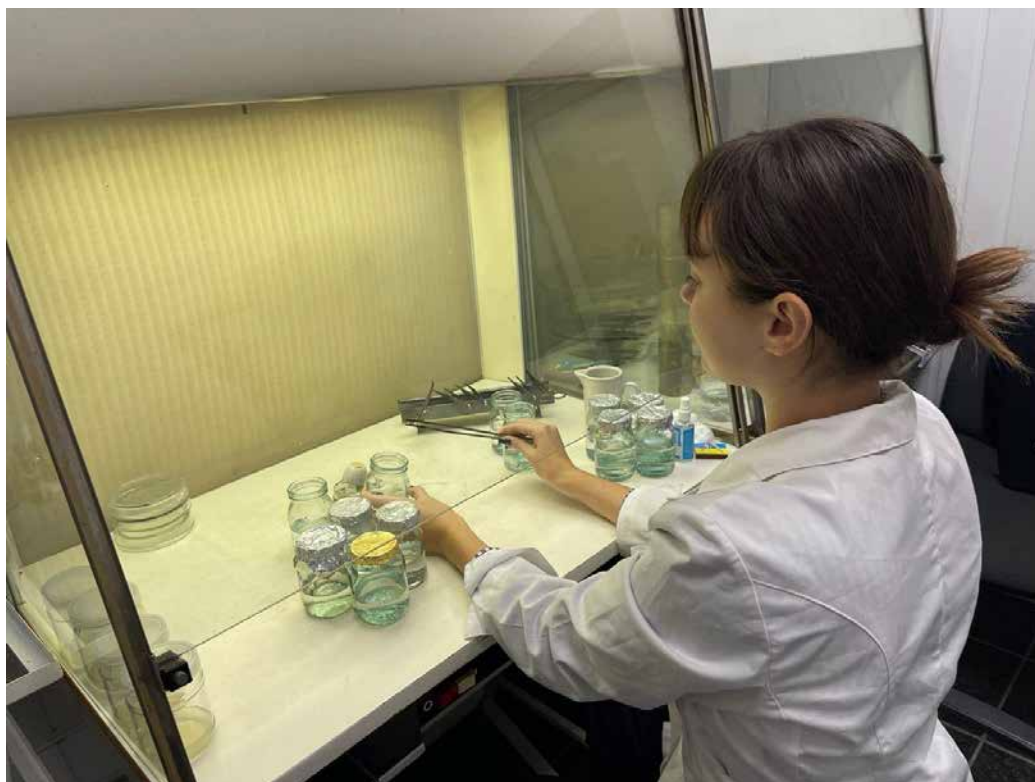


Рис. 3.2. Процес стерилізації насіння *Musa Velutina*

В експерименті було обрано безгормональне поживне середовище Мурасіге-Скуга. Його склад наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

**Склад безгормонального середовища Мурасіге-Скуга**

Речовина	К-сть на 1 л	К-сть на 500 мл
1. Макро елементи	100 мл	50 мл
2. Мікро елементи	1 мл	0,5 мл
3. Вітаміни	1 мл	0,5 мл
4. Fe-хелат	5 мл	2,5 мл
5. Сахароза	30 г	15 г
6. Агар	6,8 г	3,4 г
7. CaCl <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	100 мл	50 мл

Значення р-Н має бути 5,7-5,8.

Далі після стерилізації насіння було введено в культуру *in vitro* методом мікроклонального розмноження в ламінарному боксі стерильними інструментами. Після завершення роботи, баночки з середовищем було занесено

в світлову кімнату для подальшого культивування. З цього моменту ми почали вести облік стерильності експлантата після введення (7-й, 14-й, 21-й день).

На 7-ий день культивування було зафіксовано зараження 2 баночок із стерилізацією, яка мала найменшу кількість часу (Варіант номер 1 та 3). Отже було підтверджено, що насіння *Musa Velutina* потребує більше часу на стерилізацію. Інші 2 баночки залишились стерильними. На 14-й день було все стерильно, без заражень (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Стерильні баночки з насінням *Musa Velutina*

Згідно літературних даних, на 21-й день культивування повинно було бути зафіксоване проростання насіння, проте в наших умовах цього не сталося. Враховуючи той, факт що насіння залишалося стерильним, вірогідно, умови стерилізації підібрані неправильно і потрібно зменшувати дію основного стерилізуючого агента, або ж, враховуючи особливості насіння *Musa Velutina* – воно втратило свої фізіологічні властивості і виявилось непридатним для подальшого культивування.

## Дослідження №2

Першим етапом розробки протоколу МКР є отримання асептичних експлантатів в культурі *in vitro*. В якості експлантатів ми використали кореневу шийку *Musa Velutina* розміром 2-3 см (рис.3.4).



Рис. 3.4. Експлантат *Musa Velutina* розміром 2-3 см

Перед стерилізацією добре очистили експлантат, ретельно промили його в проточній воді, щоб змити залишки землі, а потім відмивали мильним розчином на магнітній мішалці протягом 10 хв для повного очищення від бруду (рис. 3.5).

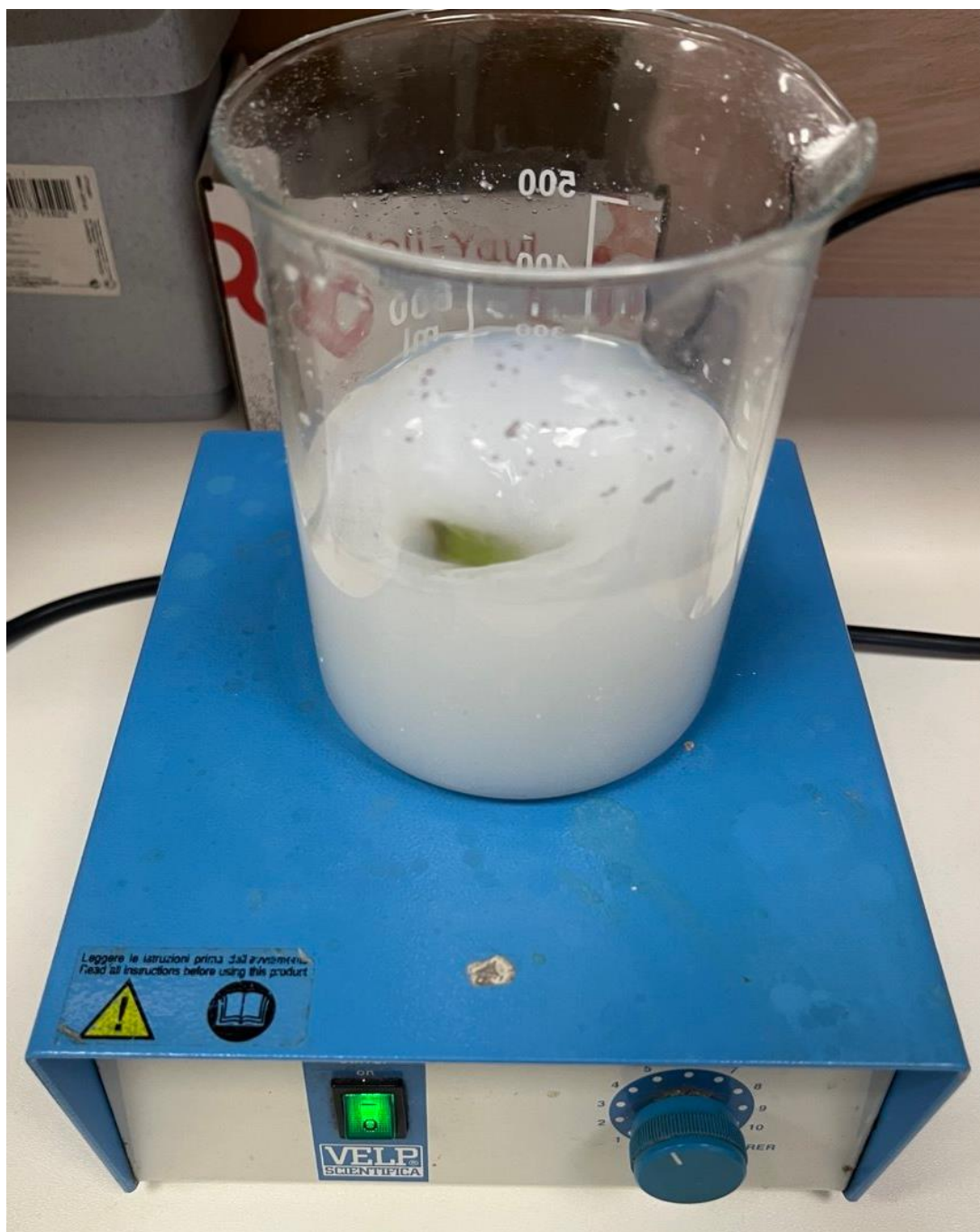


Рис. 3.5. Процес відмивання еспланту мильним розчином на магнітній мішалці

Як стерилізуючий агент використовували 0,1% розчин сулеми ( $\text{HgCl}_2$ ) з часом експозиції 5 хв, та розчин гіпохлориту натрію (1:3) з експозицією 7 хв. Потім відмивали в 3-х порціях дистильованої води (д.  $\text{H}_2\text{O}$ ) (10 хв кожна).

Експлантати вирощували на живильному середовищі Мурасіге-Скуга (МС) +1,0 мг/л БАП (рис.3.6).



Рис. 3.6. Эксплантат на среде Мурашиге-Скуга +1,0 мг/л БАП

На 21-й день культивования ми отримали позитивний результат, який супроводжувався повною стерильністю середовища та спостерігається активація виділених меристем досліджуваної рослини (рис.3.7). Слід зазначити, що на даному живильному середовищі ми можемо спостерігати за високою життєдіяльністю експлантатів та їх розвитком.

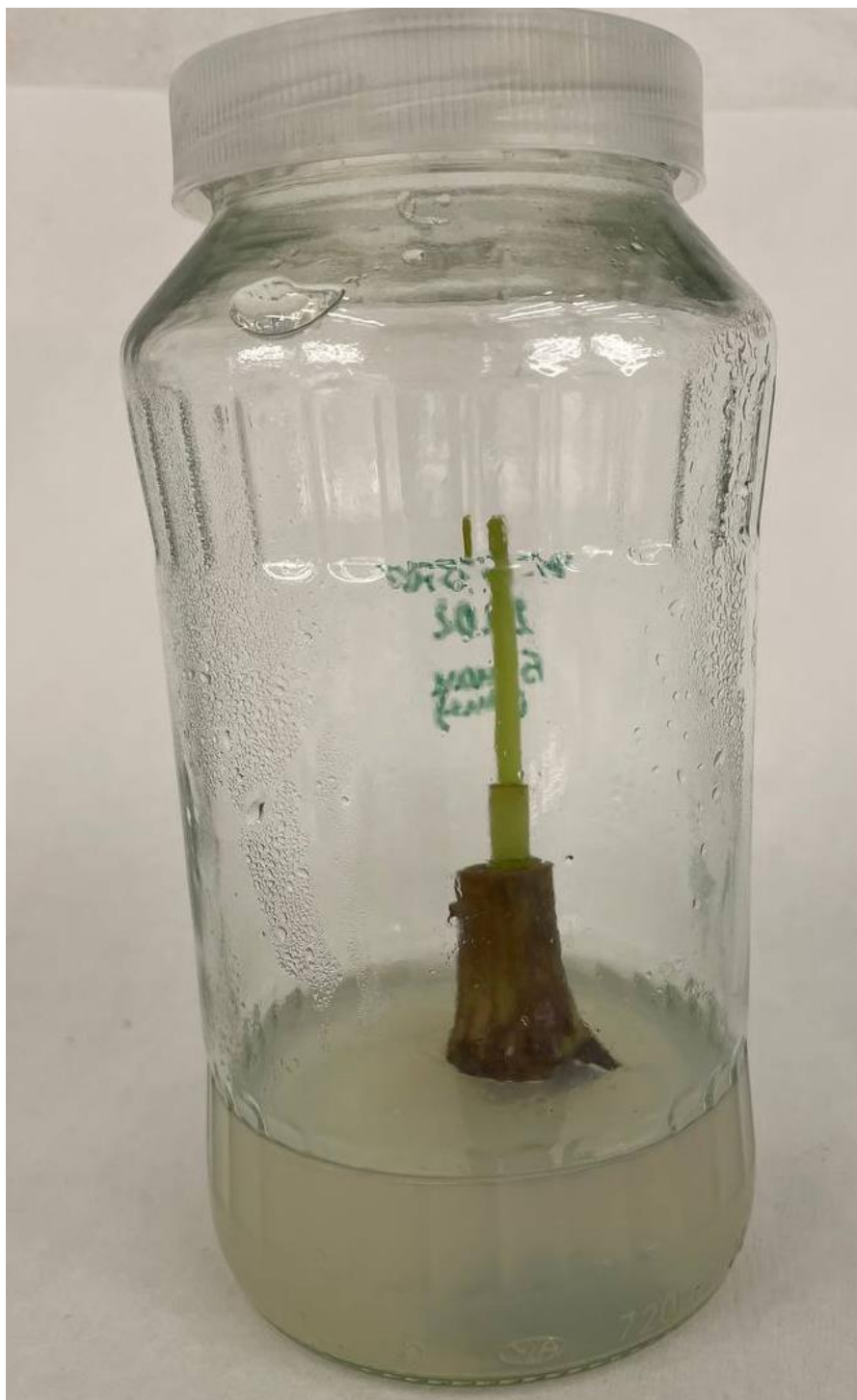


Рис. 3.7. Эксплантат на среде МС + 1,0 мг/л БАП на 21-й день

Далі для подальшого культивування ще через 14 днів перенесли стерильні експлантати на живильне середовище МС + 4,0 мг/л БАП. На 21-й день спостерігали активний ріст банану на новому середовищі, без будь-яких уражень (рис. 3.8).

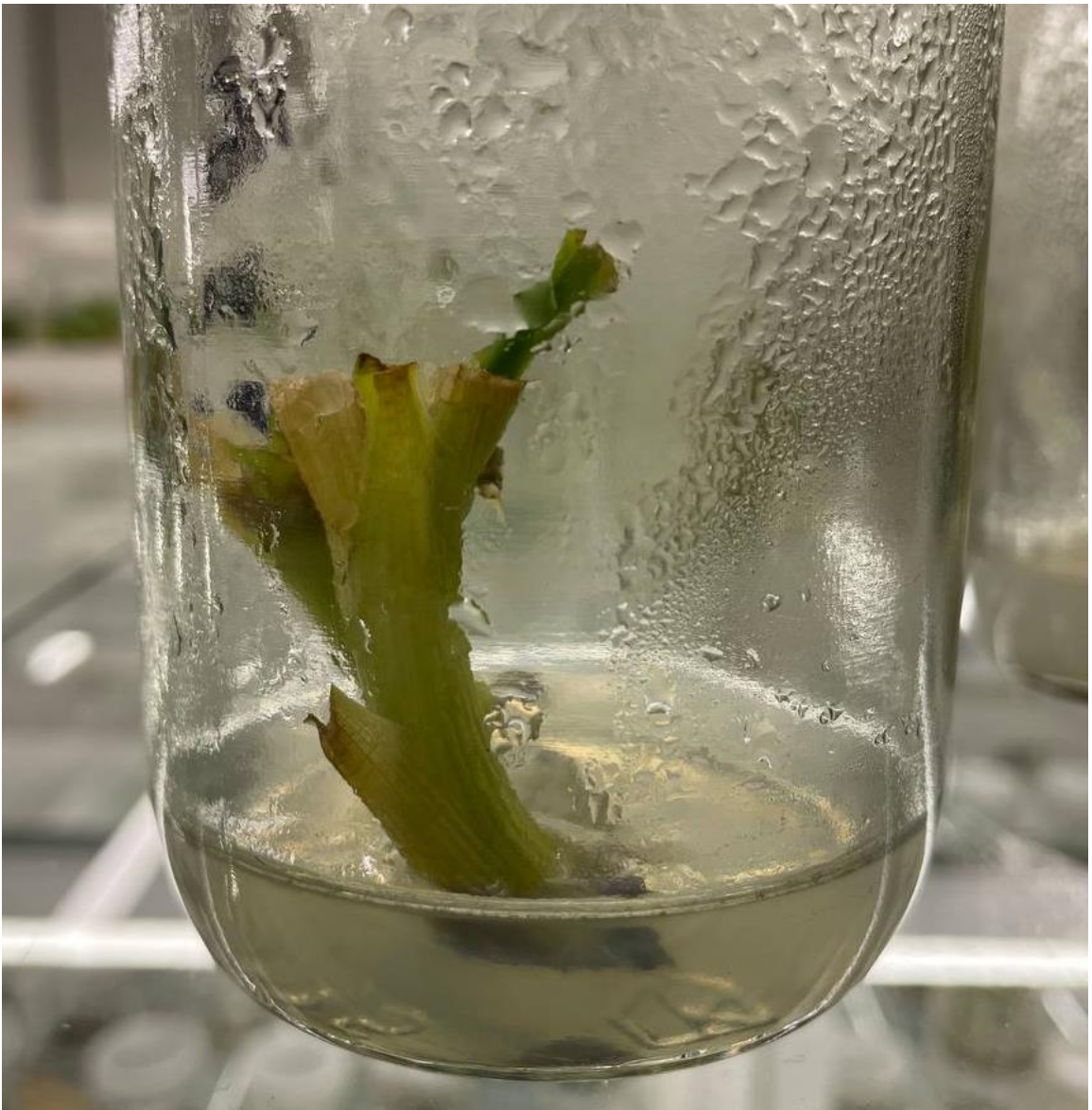


Рис. 3.8. Банан на середовищі МС + 4,0 мг/л БАП на 21-й день

Згідно отриманих результатів, можна зробити висновок, що найкращим стериліантом виявився 0,1% розчин Сулеми, ефективність стерилізації на 21-й день культивування склала 100%. Значно нижчими показниками стерилізації характеризувався розчин гіпохлориту натрію (1:3), через 14 днів культивування проявлялися ознаки грибного ураження у 55% експлантатів. Тому для ефективного введення в культуру *in vitro* в якості розчину для стерилізації краще застосовувати 0,1% розчин сулеми. Таким чином, було визначено оптимальні умови введення та культивування *Musa velutina* в культурі *in vitro*, що дає практичне значення для промислового розмноження цих декоративних рослин.

## ВИСНОВКИ

1. Опрацьовано літературні джерела, щодо біологічних особливостей представника родини бананових (*Musaceae*) - *Musa velutina*.
2. Підібрано оптимальні умови стерилізації експлантатів *Musa velutina*.
3. Встановлено, що стерилізуючим агентом, який забезпечує отримання асептичних проростків для експлантатів *Musa velutina*, є 0,1% розчин Сулеми. Час стерилізації становить 5 хв.
4. Виявлено, що для введення експлантатів *Musa velutina* в умовах *in vitro* необхідне живильне середовище Мурасіге-Скуга.
5. Встановлено, що активація меристем *Musa velutina* активно відбувається на середовищі МС + 1,0 мг/л БАП, а подальше культивування потрібно робити на середовищі МС + 4,0 мг/л БАП.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Двірна Т. С. Бананові // Велика українська енциклопедія. URL: <https://vue.gov.ua/Бананові> (дата звернення: 14.05.2025).
2. Доброго дня, наші любі молоді науковці!. Рівненська Мала академія наук учнівської молоді. URL: <https://man.rv.ua/news/dobroho-dnia-nashi-liubi-molodi-naukovtsi.html> (дата звернення: 15.05.2025).
3. Манушкіна Т. М. Основи біотехнології рослин. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр» напряму 6.051401 – «Біотехнологія»/ Миколаївський національний аграрний університет, 2017. С. 1-46.
4. Мельничук М.Д., Кляченко О.Л. Біотехнологія в агросфері. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ, 2014. 247 с.
5. Мікроклональне розмноження рослин in vitro. LotosK. URL: <https://lotosk.com.ua/uk/mikroklonal-ne-rozmnozheniya-roslin-in-vitro> (дата звернення: 15.05.2025).
6. Навчально-наукова лабораторія біотехнології та клітинної інженерії. Національний університет біоресурсів і природокористування України. URL: <https://nubip.edu.ua/node/32255/1> (дата звернення: 15.05.2025).
7. Найпоширеніші шкідники квітучих бананів: Посібник з ідентифікації та лікування – знання. Китайські виробники та постачальники азотних добрив, калійних добрив, неорганічних солей - VIZDA. URL: <https://ua.vizda-industrial.com/info/most-common-flowering-banana-plant-pests-101916493.html> (дата звернення: 15.05.2025).
8. Роїк М. В. Клональне мікророзмноження міскантусу. Методичні рекомендації / М. В. Роїк, В. Л. Курило, В. І. Войтовська, Т. М. Недяк, Н. С. Бех, О. І. Присяжнюк // К., 2013.– 24 с.
9. Рябовол Л. О., Рябовол Я. С. Мікроклональне розмноження рослинного матеріалу. Методичні вказівки для лабораторних занять студентів з дисципліни

- «Основи біотехнології в рослинництві» зі спеціальностей 201 «Агрономія», 202 «Захист і карантин рослин», 203 «Садівництво та виноградарство» вищих аграрних закладів освіти III–IV рівнів акредитації. Умань: УНУС, 2019. 16 с.
10. Asexual Propagation in Plants Types and Examples. Len Academy. URL: <https://www.len.com.ng/csblogdetail/468/Asexual-Propagation-in-Plants--Types-and-Examples> (дата звернення: 15.05.2025).
  11. Aziz, N.A.A.; Но, L.H.; Azahari, B.; Bhat, R.; Cheng, L.H.; Ibrahim, M.N.M. Chemical and Functional Properties of the Native Banana (*Musa Acuminata* x *Balbisiana Colla* cv. Awak) Pseudo-Stem and Pseudo-Stem Tender Core Flours. *Food Chem.* 2011, *128*, 748–753.
  12. BILLOT S. The pink banana: its virtues and benefits for the skin. KADALYS. URL: <https://kadalys.com/en/blogs/soin-visage/banane-rose-valeurs-bienfaits-pour-la-peau> (дата звернення: 15.05.2025).
  13. Black Leaf Streak of Banana / College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawai'i at Mānoa. – URL: <https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/PD-50.pdf> (дата звернення: 15.05.2025).
  14. Castañeda Niño J., Mina Hernandez J., González A. Potential Uses of Musaceae Wastes: Case of Application in the Development of Bio-Based Composites // *Polymers.* 2021. № 13 (11). P. 1–34. URL: <https://www.mdpi.com/2073-4360/13/11/1844>. (дата звернення: 14.05.2025).
  15. Chávez-Salazar, A.; Bello-Pérez, L.A.; Agama-Acevedo, E.; Castellanos-Galeano, F.J.; Álvarez-Barreto, C.I.; Pacheco-Vargas, G. Isolation and Partial Characterization of Starch from Banana Cultivars Grown in Colombia. *Int. J. Biol. Macromol.* 2017, *98*, 240–246.
  16. Damasco, O.P. 2005. Tissue culture of banana. pp. 59-62. In: F.S. dela Cruz et al. (eds). Towards management of *Musa* nematodes in Asia and the Pacific. International Plant Genetic Resources Institute (INIBAP), Laguna, Philippines.
  17. DANE. El Cultivo Del Plátano (*Musa Paradisiaca*), Un Importante Alimento Para El Mundo. Boletín Mens. Insumos Factores Asoc. Prod. Agropecu.

18. Daniells, J., & Karamura, E. (2014). *Banana: Cultivation, Uses and Nutritional Value*. Routledge.
19. Daniells, J. W., & Borrell, A. K. (2003). Bananas: Post-harvest operations. FAO agricultural services bulletin no. 144. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
20. Hoyos-Leyva, J.D.; Jaramillo-Jiménez, P.A.; Giraldo-Toro, A.; Dufour, D.; Sánchez, T.; Lucas-Aguirre, J.C. Physical, Morphological Characterization and Evaluation of Pasting Curves of Musa spp. | Caracterización Física, Morfológica y Evaluación de Las Curvas de Empastamiento de Musáceas (Musa spp.). *Acta Agron.* 2012, 61, 214–229.
21. Hwang, S. C., & Ko, W. H. (2004). Cavendish banana cultivars resistant to Fusarium wilt race 4 in Taiwan. *Plant Disease*, 88(5), 580-588.
22. Kallow, S.; Mertens, A.; Janssens, S.B.; Vandelook, F.; Dickie, J.; Swennen, R.; Panis, B. (2021) Banana seed genetic resources for food security: Status, constraints, and future priorities. *Food and Energy Security*, Online first paper (15 November 2021). 17 p. ISSN: 2048-3694.
23. Mamun, A.A.; Heim, H.P.; Faruk, O.; Bledzki, A.K. The use of banana and abaca fibres as reinforcements in composites. In *Biofiber Reinforcements in Composite Materials*; Elsevier Inc.: Cambridge, UK, 2015; pp. 236–272. ISBN 9781782421276.
24. Manzo-Sánchez, G.; Buenrostro-Nava, M.T.; Guzmán-González, S.; Orozco-Santos, M.; Youssef, M.; Escobedo-Gracia Medrano, R.M. Genetic Diversity in Bananas and Plantains (Musa spp.). *Mol. Approaches Genet. Divers.* 2015.
25. Minagricultura. Anuario Estadístico Del Sector Agropecuario. 2016. Available online: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/34404> (дата звернення: 14.05.2025).
26. MUSA VELUTINA | Hairy Banana, Pink Banana - Rare - Jiffy Plants. Jiffy Plants. URL: <https://jiffyplants.com/musa-velutina-hairy-banana-pink-banana-rare/> (дата звернення: 15.05.2025).
27. National Parks Board – Musa velutina. National Parks Board (NParks). URL: <https://www.nparks.gov.sg/florafaunaweb/flora/2/2/2248> (дата звернення: 15.05.2025).

28. Nutritional and Phytochemical Assessment of *Musa sapientum* var. *velutina*. The Pharmaceutical and Chemical Journal. URL: <https://tpcj.org/nutritional-and-phytochemical-assessment-of-musa-sapientum-var-velutina> (дата звернення: 15.05.2025).
29. Perez, E.A. and C.R.R. Hooks. 2008. Preparing tissue-cultured banana plantlets for field planting. CTAHR Cooperative Extension Service Publication. BIO-8. 3 pp.
30. Pereira, A.L.S.; do Nascimento, D.M.; Souza, M.S.M.; Cassales, A.R.; Saraiva Morais, J.P.; de Paula, R.C.M.; Rosa, M.F.; Feitosa, J.P.A. Banana (*Musa* sp. cv. Pacovan) Pseudostem Fibers Are Composed of Varying Lignocellulosic Composition throughout the Diameter. *BioResources* 2014, 9, 7749–7763.
31. Pillay, M., & Tenkouano, A. (Eds.). (2011). *Embrapa Cassava and Tropical Fruits-CNPMF*. Bioversity International.
32. Ploetz, R. C. (Ed.). (2015). *Diseases of banana, abacá and enset* (2nd ed.). CAB International.
33. Ramirez, J.; Jarvis, A.; vanden Bergh, I.; Staver, C.; Turner, D. Changing Climates: Effects on Growing Conditions for Banana and Plantain (*Musa* spp.) and Possible Responses. In *Crop Adaptation to Climate Change*; Wiley-Blackwell: Oxford, UK, 2011; pp. 426–438. ISBN 9780813820163.
34. *Recovery of Banana Waste-Loss from Production and Processing A Contribution to a Circular Economy*. URL: <https://www.researchgate.net/publication/354259861>. (дата звернення: 14.05.2025).
35. Review on Phytochemistry, Medicinal Properties, and Toxicities of the Genus *Musa*. Traditional Medicine | Journal of Traditional Medicine | Open Access. URL: <https://www.traditionalmedicines.org/articles/review-on-phytochemistry-medicinal-properties-and-toxicities-of-the-genus-musa.pdf> (дата звернення: 15.05.2025).
36. Robinson, J., & Galán, V. (2011). *Bananas and Plantains* (2nd ed.). CABI.
37. Sales, E.K.; Butardo, N.G.; Paniagua, H.G.; Jansen, H.; Dolezel, J.; Mindanao, S.; Mexico-Veracruz, K.C.; Batan, E. Assessment of Ploidy and Genome Constitution of Some *Musa Balbisiana* Cultivars Using DArT Markers. *Philipp. J. Crop Sci.* 2011, 36, 11–18.

38. Subagyo, A.; Chafidz, A. Banana Pseudo-Stem Fiber: Preparation, Characteristics, and Applications. In *Banana Nutrition-Function and Processing Kinetics*; IntechOpen: London, UK, 2018; pp. 1–19.
39. Valmayor, R. V. (2001). *Cultivating the commercially important bananas*. International Plant Genetic Resources Institute.
40. Whittimore, A. T. (n.d.). *Musaceae // Flora of North America*. Retrieved May 14, 2025, from [http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora\\_id=1&taxon\\_id=10588](http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=10588).



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ЗАХИСТУ РОСЛИН, БІОТЕХНОЛОГІЙ  
І ЕКОЛОГІЇ

## **ЗБІРНИК**

матеріалів доповідей

**XI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ, АСПІРАНТІВ**

**І МОЛОДИХ ВЧЕНИХ**



**«ЕКОЛОГІЯ – ФІЛОСОФІЯ ІСНУВАННЯ  
ЛЮДСТВА»**

**23-24 квітня 2025 р.**

Київ – 2025

<i>Климчук А.І., Даценко А.В.</i> <b>ВІРУСНІ ТА ГРИБНІ ХВОРОБИ ПШЕНИЦІ В УКРАЇНІ ТА МЕХАНІЗМИ ВПЛИВУ ІМУНІТЕТУ</b> .....	63
<i>Кобилецький Я.О., Міняйло А.А., Дмитренко Л.А.</i> <b>ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТОВОГО ПОКРИВУ ЗА ВОЄННОГО ВПЛИВУ ПРИ РУЙНУВАННІ НАФТОПЕРЕРОБНИХ ЗАВОДІВ (НА ПРИКЛАДІ М. КРЕМЕНЧУК)</b> .....	65
<i>Коваль М.В., Бережнюк С.М.</i> <b>РОЗВИТОК АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УМАНІ ТА МІСЦЕВИХ ГРОМАДАХ</b> .....	67
<i>Ковтоток Я.І., Таран О.П.</i> <b>РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРІГАННЯ ПРЕПАРАТІВ <i>POTATO M CARLAVIRUS</i> ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ІМУНОФЕРМЕНТНОМУ АНАЛІЗІ</b> .....	68
<i>Корнілевська С.І., Кваско О.Ю.</i> <b>ФУНГІЦИДНІ ВЛАСТИВОСТІ БАКТЕРІЙ <i>BACILLUS SPP.</i></b> .....	70
<i>Корсунський О.В., Субін О.В.</i> <b>ВВЕДЕННЯ <i>MYRTUS COMMUNIS</i> В АСЕПТИЧНУ КУЛЬТУРУ</b> .....	72
<i>Косман А.С., Даценко А.В.</i> <b>АКТИВНІСТЬ КАТАЛАЗИ ТА ВМІСТ ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПІГМЕНТІВ У ПІВОНІЯХ</b> .....	73
<i>Кравець Г.С., Клетко А.В.</i> <b>РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА УРАНОВИДОБУВНОЇ ТА УРАНОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ</b> .....	75
<i>Кравченко І., Ладика М.М.</i> <b>КЛІМАТИЧНІ РЕАЛІЇ СЬОГОДЕННЯ ТА ЇХ ВПЛИВ НА УКРАЇНУ І СВІТ</b> .....	78
<i>Крохан Я.Р., Ракоїд О.О.</i> <b>ВПЛИВ БОЙОВИХ ДІЙ НА ГРУНТИ: ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ТА ЗАГРОЗИ ДЛЯ ДОВКІЛЛЯ</b> .....	80
<i>Кругла А. М., Субін О.В.</i> <b>ОСОБЛИВОСТІ ВВЕДЕННЯ <i>MUSA VELUTINA</i> В КУЛЬТУРУ <i>IN VITRO</i></b> .....	82
<i>Кудашкін Г.В., Герасимов О.І.</i> <b>МОДЕЛЮВАННЯ КОМПОЗИТНИХ СТРУКТУР ЯК БАГАТОЧАСТИНКОВИХ ДИСКРЕТНИХ ПОЛІДИСПЕРСНИХ КОНГЛОМЕРАЦІЙ</b> .....	84
<i>Ладика М.М., Білим О.О.</i> <b>АНТРОПОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА БАСЕЙН РІЧКИ ОСТЕР</b> .....	86
<i>Латик В.</i> <b>ВИКОРИСТАННЯ СВЕЙЛІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ</b> .....	88
<i>Лелюшок С.В., Наумовська О.І., Молдаван Л.П.</i> <b>БІОТЕСТУВАННЯ ГРУНТУ АГРОЕКОСИСТЕМ ЗА ВПЛИВУ НЕСАНКЦІОНОВАНИХ СМІТТЄЗВАЛИЩ</b> .....	89

гуманітарною катастрофою, але й екологічною — зокрема через руйнівний вплив на ґрунти, що мають визначальне значення для довкілля та майбутнього життя на планеті.

#### Список використаних джерел

1. Тужик Б. Вплив бойових дій на розповсюдження важких металів у ґрунтах. // Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів “Екологічна безпека держави”, 2023 р., 1-2 с.
2. Голубцов О.Л., Сорокіна Л.Ю., Сплодитель А.Н., Чумаченко С.Е. Забруднення земель внаслідок агресії росії проти України. - Київ.: ГО Центр екологічних ініціатив “Екодія”, 2023., 24-25, 29 с.
3. Строкаль В.П., Бережнюк Є.М., Наумовська О.І., Вагалюк Л.В., Ладика М.М., Сербенюк Г.А., Павлюк С.Д. Вплив російської агресії на стан природних ресурсів України: монографія. / За заг. ред. В.П. Строкаль. — Київ: Вид. центр НУБіП України, 2023 р., с. 28-31.
4. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу / Голубцов О.Л., Сорокіна Л.Ю., Сплодитель А.Н., Чумаченко С.Е. – Київ: ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. – 32 с.
5. Герман, А.Ю. (2024). Деградація земель в районах в зоні військових дій та головні напрямки їх відновлення. 16-19 с. <https://krs.chmnu.edu.ua/jspui/handle/123456789/3683>

УДК 602.4:57.085

#### ОСОБЛИВОСТІ ВВЕДЕННЯ *MUSA VELUTINA* В КУЛЬТУРУ *IN VITRO*

*Кругла А.М.*, студентка 4 курсу, факультету захисту рослин, біотехнології та екології  
*Субін О.В.*, кандидат біологічних наук, доцент кафедри екобіотехнології та біорізноманіття  
*Національний університет біоресурсів та природокористування України*

Метод мікроклонального розмноження є ефективним способом для збереження різноманіття рослинних видів, зокрема рослин роду *Musa*. Банан оксамитовий (*Musa velutina*) вирізняється компактними розмірами, що робить його придатним для декоративного використання в ботанічних садах та оранжереях, проте через вплив ряду антропогенних факторів на природні ареали їхнього існування, вони знаходяться на межі зникнення [1,2].

*Musa velutina* - низькоросла багаторічна рослина з родини *Musaceae*, що досягає 1,2–1,5 м заввишки. Ці рослини походять з Індії та східних Гімалаїв. Плоди завдовжки до 8 см, рожевого кольору, вкриті м'яким опушенням. При дозріванні шкірка самостійно розкривається, оголюючи м'якоть, яка має приємний солодкий смак. Водночас плоди містять численне насіння, яке є досить твердим, що обмежує можливості насінневого

розмноження. Плоди *Musa velutina* містять дуже багато клітковини, мають низьку калорійність і підходять для дієти запобігання хвороб серця та діабету [3].

Мікроклональне розмноження (МКР) пришвидшує масове розмноження рослин, знижує ризики фітосанітарних захворювань та гарантує стабільність якісних ознак материнської форми. Водночас метод має велике значення для збереження генетичного різноманіття та захисту рідкісних популяцій *Musa velutina*, особливо в умовах кліматичних змін і деградації природних середовищ існування [4]. Тому важливим етапом збереження генофонду *Musa velutina* є розробка протоколів МКР та депонування.

Першим етапом розробки протоколів МКР є отримання асептичних експлантатів в культурі *in vitro*. В якості експлантатів використано кореневу шийку розміром 2-3 см. Як стерилізуючий агент використано 0,1% розчин сулеми (HgCl<sub>2</sub>) з часом експозиції 5 хв. та розчин гіпохлориту натрію (1:3) з експозицією 7 хв. Експлантати вирощували на живильному середовищі Мурасіге-Скуга (МС) + 1,0 мг/л БАП [5]. Для подальшого культивування стерильні експлантати переносили на живильне середовище МС + 4,0 мг/л БАП.

Згідно отриманих результатів, найефективнішим стериліантом виявився 0,1% розчин сулеми, ефективність стерилізації на 21 день культивування склала 100%. Значно нижчими показниками стерилізації характеризувався розчин гіпохлориту натрію (1:3), через 14 днів культивування проявлялися ознаки грибного ураження у 55% експлантатів. Тому для ефективного введення в культуру *in vitro* в якості розчину для стерилізації краще застосовувати 0,1% розчин сулеми. Таким чином, було визначено оптимальні умови введення та культивування експлантатів *Musa velutina* в культурі *in vitro*, що дає передумови для розробки протоколів масового МКР та депонування.

#### Список використаних джерел

1. Chukwu, S.C., Awala, S.K., Angombe, S. et al. Recent progress in tissue culture techniques and biotechnological innovations for banana production (*Musa* spp.): a review. *Discov. Plants* 2, 13 с. (2025).
2. Afele J C and De Langhe E 1991 *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 27 33–6.
3. Deb, C., Tiatsmsu, P., Vupru, T. and Paul, A. (2023) Diversity and Distribution of Wild *Musa* in Nagaland, India. *Open Journal of Forestry*, 13, - 315-337 с.
4. Abdalla M.A., Eltayeb M.A., Moursi M.K., Elshafei A.A. Biotechnological interventions in banana: current knowledge and future prospects // *Heliyon*. (2022). – Vol. 8, №11. – Article e11329.
5. Черенко Т. М. Біотехнологія тропічних і субтропічних рослин *in vitro* / Черенко Т.М., Лаврентєва А.Н., Іванников Р.В – Київ: Наукова думка, (2008). – 255 с.