

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

06.07. – МР. 1998 «С». 2023.11.1. 2 ПЗ

ВІЛЬХОВИЙ СЕРГІЙ ПЕТРОВИЧ

2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету

захисту рослин, біотехнологій та екології

_____ **Коломієць Ю.В.**

« ____ » _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

екобіотехнології та біорізноманіття

_____ **Кваско О.Ю.**

« ____ » _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему «Отримання асептичних рослин *Aloe Vitro*» _____

Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія» _____

(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

Керівник магістерської роботи

к.б.н., доцент _____

(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Лобова О. В. _____

(ПІБ)

Виконав _____

_____ (підпис)

Вільховий С.П. _____

(ПІБ студента)

КИЇВ – 2024

**Національний університет біоресурсів
і природокористування України**

**Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології
Кафедра екобіотехнології та біорізноманіття
Освітній ступінь «Магістр»
Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

“ _____ ” _____ 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ВИПУСКНУ
МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА**

Вільхового Сергія Петровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Отримання асептичних рослин Aloe Vitro

керівник роботи Лобова Оксана Володимирівна, к.б.н., доцент

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

затверджені наказом НУБіП України від 01.11.2023 р. № 1998 «С»

2. Строк подання студентом роботи: 10.11.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: орієнтовний список літературних джерел, методика досліджень, вихідний рослинний матеріал.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1) опрацювати літературні джерела щодо введення в культуру *in vitro* *Aloe Vitro*; 2) Підібрати експланти, стерелізуючий розчин, живильне середовище для отримання асептичних рослин *Aloe Vitro*; 3) опрацювати отримані результати та зробити висновки.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доц. Лобова О.В., доц. Субін О.В.	12.09.2023 р.	12.09.2023 р.
2	доц. Лобова О.В., доц. Субін О.В.	15.12.2023 р.	15.12.2023 р.
3	доц. Лобова О.В., доц. Субін О.В.	20.03.2024 р.	20.03.2024 р.
Висновки	доц. Лобова О.В., доц. Субін О.В.	16.09.2024 р.	16.09.2024 р.

6. Дата видачі завдання: 05.09.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Огляд літературних джерел згідно обраної тематики	Грудень 2023 р.	
2.	Розділ 2. Матеріали та методи дослідження	Січень 2024 р.	
3	Розділ 3. Результати дослідження	Травень 2024 р.	
4.	Висновки та оформлення списку літератури	Вересень 2024 р.	

Студент

(підпис)

Вільховий С.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Лобова О. В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Робота виконана на 76 сторінках та складається зі вступу, 3-х розділів, висновків та 3 додатків. Крім того, вміщує 32 рисунки, 4 таблиці та список використаної літератури.

Мета дослідження – отримати стерильну рослинну культуру *Aloe cv. «vitro»* для подальшої розробки протоколу оптимальної технології його мікроклонального розмноження.

Відповідно до мети вирішувались такі завдання:

- ❖ визначитися з типом первинних експлантів найбільш придатних до введення в культуру;
- ❖ опрацювати базову схему стерилізації рослинного матеріалу;
- ❖ визначитися з типом живильного середовища на перших етапах отримання стерильної культури;
- ❖ підібрати живильне середовище для індукції морфогенного калусогенезу *Aloe cv. «vitro»*.

Об'єкт дослідження – процес отримання, комерційно-перспективних культиварів роду *Aloe cv. «vitro»*.

Предмет дослідження – *Aloe Vitro* в асептичних умовах.

Результати дослідження:

- ✓ Встановлено, що для отримання стерильної культури в якості первинних експлантів *Aloe cv. «vitro»* можна використовувати апікальні та пазушні бруньки різних ділянок пагону. Це також можуть бути як висічки з піхвової (базальної) частини листка рослини так і меристеми пазушних та апікальних бруньок стебла.
- ✓ В результаті проведених робіт, експериментальним шляхом було опрацьовано схему знезараження інтактного матеріалу. В нашому випадку схема стерилізації була наступна: мильний розчин (20 хв); проточна вода (10 хв); етиловий спирт (96%) – 0,6 хв; дистильована вода (5 хв); Thimerosal (0,01%) - 20 хв; СД – 10 хв; СД – 10 хв; розчин хлорного вапна (10%) – 8 хв; СД – 10 хв; H₂O₂ (10%) - 10 хв; СД – 10 хв.

За таких умов, послідовності та експозиції стериліантів ми отримували 95% чистого вихідного рослинного матеріалу.

- ✓ Показано, що на перших етапах отримання стерильної культури може бути використано базовий пропис середовища Мурашиге-Скуга.
- ✓ Встановлено, що визначальним при ініціації процесів органогенезу за умов стерильної культури є фітогормональний баланс середовища у поєднанні зі збалансованим світловим потоком.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1. Ботанічна та морфологічна характеристика сукулентних рослин	9
1.2. Морфологічний та біологічний опис роду <i>Aloe</i> родини <i>Асфоделових</i>	33
1.2.1 Особливості роду <i>Aloe</i>	33
1.2.2 Догляд за <i>Aloe</i> у домашніх умовах	36
1.2.3 Хвороби та шкідники <i>Aloe</i>	38
1.2.4 Розмноження <i>Aloe</i>	39
1.2.5 Популярні види роду <i>Aloe</i>	39
1.2.6. Особливості виду <i>Aloe vitro</i>	43
РОЗДІЛ II. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	45
2.1. Вибір експлантів для отримання стерильних проростків <i>Aloe vitro</i>	45
2.2. Характеристика поживних середовищ для культивування <i>Aloe vitro</i>	50
РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	61
ВВЕДЕННЯ <i>ALOE VITRO</i> В <i>IN VITRO</i>	61
ВИСНОВКИ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	74
ДОДАТКИ	77

ВСТУП

Aloe vitro – це ефектний гібрид, який прикрасить будь-яку колекцію. Відрізняється різнобарвним темно-зеленим листям. Підкреслює декоративність зубчаста облямівка насичено-рожевого кольору та опуклі вкраплення коралового і ванільного відтінку. Блик *Aloe vitro* настільки інтенсивний, що його легко переплутати з пластиковим. Це алое не примхливе в догляді, тому ідеально підходить новачкам у квітникарстві.

Aloe vitro розмножується вегетативним способом за допомогою стеблових фрагментів або живців.

Мета дослідження – отримати стерильну рослинну культуру *Aloe cv.* «*vitro*» для подальшої розробки протоколу оптимальної технології його мікроклонального розмноження.

Відповідно до мети вирішувались такі завдання:

- ❖ визначитися з типом первинних експлантів найбільш придатних до введення в культуру;
- ❖ опрацювати базову схему стерилізації рослинного матеріалу;
- ❖ визначитися з типом живильного середовища на перших етапах отримання стерильної культури;
- ❖ підібрати живильне середовище для індукції морфогенного калусогенезу *Aloe cv.* «*vitro*».

Об'єкт дослідження – процес отримання, комерційно-перспективних культиварів роду *Aloe cv.* «*vitro*».

Предмет дослідження – *Aloe Vitro* в асептичних умовах.

РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Ботанічна та морфологічна характеристика сукулентних рослин

Сукуленти найчастіше трапляються в Південній і Південно-Східній Африці, зокрема в пустелях Калахарі, Карру та на Капському півострові, де річна кількість опадів сягає лише 60-70 сантиметрів, причому більша частина дощів випадає взимку. Влітку ж опади є надзвичайно рідкісними. Значна кількість сукулентів також зростає у кам'янистих пустелях Центральної Америки, а ще на Канарських островах.

Сьогодні сукуленти, завдяки людській діяльності, поширилися по всій планеті. Деякі з них чудово адаптувалися до клімату країн Середземномор'я, куди їх завезли ще кілька століть тому. В Іспанії, Італії, на Балканах та більшості інших державах молочай, алое, агави та інші сукуленти зустрічаються не тільки в оселях та садах, а й ростуть у дикій природі [8].

Головною відмінністю сукулентів є їхня унікальна здатність запасати воду у власних тканинах (в листках, стеблах, цибулинах тощо), а також раціонально використовувати її під час посушливих періодів. Їхня будова сприяє і економному витрачання вологи: вони мають товсті, соковиті пагони та листя, вкриті восковим нальотом, а в клітинах міститься значна кількість слизу, який зв'язує воду. Деякі види сукулентів взагалі не мають стебел, а замість них – прикореневу розетку м'ясистого листя різноманітних розмірів і форм (агава, гаворція, гастерія тощо). А в інших, навпаки, наявні гілки й стебла, але відсутнє листя (молочай, стапелія, деякі церопегії, канделябрум та ін.) [14].

Наразі сукуленти є одними з найпоширеніших кімнатних рослин. Вони чудово пристосовані до сухого мікроклімату осель і легко ростуть при створенні оптимальних умов: яскравому освітленні з південного або східного боку, потрібному ґрунтозмішуванню, спеціальному правильному поливі та ін. [7].

Існує багато сукулентних рослин, які ідеально підходять для домашнього вирощування. По-перше, вони відрізняються незвичайною зовнішністю, що робить їх привабливим елементом декору, а по-друге, їх компактні розміри дозволяють створювати великі колекції. І, що важливо, вони невибагливі у догляді. Крім того, деякі з них – агава, каланхое, алое, бриофіллум й інші – мають лікувальні властивості, тому їх обов'язково варто мати вдома [8].

Aloe L. – алое. Рід цей надзвичайно різноманітний і нараховує понад 400 видів та різновидів. Попри те, що Батьківщиною цього роду вважається Південна Африка, його представники здатні адаптуватися до різних кліматичних умов і зустрічаються на багатьох континентах, включаючи Африку, Азію та Європу. Ці рослини у дикому стані поширені навіть у країнах Середземномор'я.

Вже протягом багатьох поколінь алое деревоподібне вирощується вдома через свої цілющі властивості. Широко відоме в народній медицині, воно в природі являє собою високий біля 3-4 м стебловий сукулент із м'ясистим листям сірувато-зеленого кольору, по краях якого розташовані м'які шипи (рис. 1.1). Ця рослина зацвітає, як правило, у віці 5-6 років за при належних умовах [6].

Здавна використовується в народній і традиційній медицині для лікування різноманітних захворювань сік алое – гірку речовину, яка є багатою на біологічно активні речовини. Його застосовують при нарівах, опіках, виразках шлунка, закрепах, захворюваннях очей та дихальних шляхів. Лікувальні властивості алое пов'язані з наявністю алоїну, який не вбиває мікроорганізми, а стимулює обмінні процеси в організмі та підвищує його здатність боротися із різними хворобами [14].



Рис. 1.1 Алое деревоподібне

Крім того, цілющими властивостями славляться екзотичні види алое: Паррея, страшне, сокоряба, складчасте, африканське та відоме усім алое вера. Для домашнього вирощування рекомендуються такі декоративні різновиди:

- *Aloe aristata* Haw. (алое остисте) – це безстебельний сукулент з щільною розеткою з багатьох вузьких листків, які мають білий крапчатий малюнок і закінчуються тонкими, волосоподібними колючками;

- *Aloe variegata* L. (алое строкате) вражає своїм мармуровим листям, де світло-зелений фон контрастує з чіткими темними смугами. Серед інших ефектних видів можна відзначити *Aloe saponaria* Haw. (мильне алое) з цікавою текстурою листя, *Aloe compressa* Perr. (стисле алое) з компактною розеткою та ін. [11].

Алое найчастіше розмножують не насінням, а бічними пагонами, що з'являються біля основи стебла. Розмножують протягом року, але найкращий час для вкорінення – весна. Для цього використовують чистий, крупний річковий пісок, який постійно зволожують при температурі не нижчою ніж 15-18°C. Найкращий час для пересадження – рання весна (березень-квітень). Рослину слід пересадити в суміш з листової землі, дерну, доброго перегною та крупного піску у співвідношенні 1:1:0,5:1. Дуже важливо правильно

регулювати полив: влітку рослину поливають рясно і часто, а взимку – достатньо одного разу на тиждень [14].

Kalanchoe Adans. – **Каланхое** (рис. 1.2). Входить до родини рослин з товстим листям. Ареал його поширення охоплює Ефіопію, о. Мадагаскар та Південно-Східну Азію. Серед кімнатних рослин часто зустрічаються такі декоративні види: *K. marmorata* Вак. –мармурове, *K. tomentosa* Вак. – повстяне, *K. blosfeldiana* Вакер. – блосфельдіана (відоме своїми тривалими рясними квітами яскраво-червоного кольору), *K. rhombopilosa* Mann et Voit. – ромбоволосисте та ін. Ці рослини легко розмножуються вегетативним способом: живцями, насінням та листками. Живці для вкорінення висаджують у чистий, крупнозернистий пісок на половину або третину їхньої довжини. У вологому та теплому середовищі вони легко утворюють коріння, а також активно розмножуються. Листки кладуть на зволожений пісок нижньою стороною догори, в результаті чого в їхніх пазухах з'являються молоді пагони, а згодом і нова рослинка.



Рис. 1.2 *Kalanchoe Adans.* – Каланхое

Каланхое віддають перевагу теплим, сонячним місцям, регулярному поливу (рясному влітку та помірному взимку до 1-2 разів на тиждень) та

родючому ґрунту. Занадто рясний полив каланхое взимку може спровокувати загнивання коренів і, зрештою, загибель рослини.

Agave L. – агава. Рослина належить до родини агавових і є вихідцем з теплих регіонів Мексики та Центральної Америки. Ці багаторічні сукуленти з великими листками сьогодні культивуються по всьому світу завдяки своїм цінним волокнам (Східна й Західна Африка, Південна Азія та ін.) [12]. Тут особливе значення має сизаль, з якого отримують міцне волокно – сизаль-пеньку. З цього волокна виробляють різноманітну продукцію: від міцних мотузок, канатів, сіток, пакувальних тканин до паперу та навіть взуття. Особливо агави відіграє визначну роль у житті мексиканців. На своїй історичній батьківщині ці рослини ростуть швидкими темпами і можуть досягати значних розмірів: листя виростає до 3 метрів завдовжки. За 8-10 років з'являється потужна квіткова стрілка заввишки 12 метрів, увінчана величезним суцвіттям з близько 4000 жовтих квіток (Рис. 1.3). Цвітіння агави штучно припиняють. Для цього, коли в центрі розетки листя починає формуватися квіткова брунька, її видаляють. Таким чином, солодкий сік, який рослина накопичує для живлення квіток і насіння, залишається в основі розетки і згодом збирається.



Рис. 1.3 *Agave L.* – агави

Протягом десяти місяців з рослини отримують цінний сік. Щоденна продуктивність може досягати 5 літрів, а за весь період – близько 1000 літрів. З цього соку ацтеки виробляли патоку та міцний алкогольний напій мініахуатль. За три дні бродіння з цього соку виготовляли п'янкий напій пульке. Від врожаю агави безпосередньо залежав добробут ацтекської цивілізації. Вони використовували агаву цілковито: від соковитих листків до міцних стебел. Кислу м'якоть листя вживали як сиру закуску або ж піддавали термічній обробці. Запечені стебла були популярною стравою, а з коріння, листя і стебла рослини виготовляли міцні алкогольні напої.

По всьому листу агави проходять волокна, що виконують провідну функцію. Індіанці обережно відламували гострий кінчик листка і витягували з нього міцні волокна, отримуючи таким чином природну голку з ниткою. Гострі колючки агави служили індіанцям універсальним інструментом: від шила до цвяха. М'якуш листя використовували як сировину для виробництва мила, а різні частини рослини застосовували в традиційній медицині.

Ці рослини нечасто можна побачити в оселях. Їхнє основне призначення – декоративне оформлення садів, скверів, парків та міських зелених зон. Взимку ці рослини потребують теплового укриття. Для контролю росту в горщиках використовують метод обмеженого об'єму.

Серед рослин, придатних для кімнатного вирощування, можна виділити: *Agave americana* L. var. *marginata aurea* Trel. – агава американська, різновид жовто-окологорена, *Agave stricta* Salm. – агава стисла, *Agave lurida* Ait. – агава буро-жовта, *Agave filifera* Salm – агава нитконосна та деякі інші.

Так само, як алое, агави відзначаються своєю невибагливістю та стійкістю, проте їм необхідне яскраве освітлення.

***Gasteria Duval.* – гастерія.** Ця рослина є представником родини лілійних. Родом вона з Південної Африки, де нараховують понад 100 її видів. Це низкорослий вид рослин, який утворює лише розетку листя. Листки розташовані один навпроти одного або спіралью, утворюючи два ряди. Вони м'ясисті, темно-зеленого кольору з контрастними білими цятками, плямами та

прожилками. Суцвіття утворюють пухкі волоті на тонких, довгих квітконосах, що відходять від пазух верхніх листків. Квітки мають трубчасту форму та забарвлені в червоний, білий або оранжевий колір. Цвіте напровесні (березень-квітень) (Рис. 1.4).



Рис. 1.4 *Gasteria Duval*. – гастерія

Гастерія здатна до насінневого розмноження, однак вегетативне розмноження за допомогою бічних пагонів, які утворюються в пазухах листків або біля основи стебла, є більш поширеним та ефективним способом розмноження. Якщо молоді розетки ще не мають коріння, їх висаджують у чистий, крупнозернистий пісок для вкорінення. Молоді рослини з корінням висаджують у ґрунт, аналогічний тому, в якому росте доросле каланхое. Ця рослина віддає перевагу яскравому освітленню та помірному поливу, особливо взимку, коли полив слід скоротити до мінімуму.

Найчастіше серед кімнатних рослин зустрічаються: *G. margaritifera* Vgr. – г. перламутрова, *G. verrucosa* Haw. – г. бородавчаста, а також *G. marmorata* Vak. – г. мармурова [14].

***Haworthia Duval*. – гаворція.** Є представником родини лілійних. Арал поширення охоплює Південну Африку, де налічується понад 170 її видів (Рис. 1.5).

Рослина не має стебла, а її соковите, товсте листя утворює щільну розетку біля основи. Несе тонкі квітконоси завдовжки до 75 сантиметрів, що відростають з центральної частини розетки. Її дрібні квіточки, схожі на крапельки воску, утворюють вузьке колосовидне суцвіття. У тепличних умовах розквітає на початку весни (у лютому-березні). Ця рослина розмножується як насінням, так і вегетативно за допомогою бічних пагонів, які утворюються в основі материнської рослини та в пазухах нижніх листків.



Рис. 1.5 *Haworthia Duval*. – гаворція

Для оптимального розвитку гаворції потрібне тепле, добре освітлене місце з прямими сонячними променями та регулярний, але помірний полив. В зимовий період рослину культивують у умовах помірної вологості ґрунту, поливаючи не частіше ніж один раз на два-три дні. Перезволоження ґрунту може призвести до загибелі рослини. Використовується такий самий ґрунт, як і для вирощування алое.

Серед декоративних видів часто зустрічається – *H. fasciata* Haw. – г. смугаста, що відрізняється тригранним листям із характерними білими смугами; *H. attenuata* Haw. – г. відтягнута, має листя насиченого зеленого кольору, вкрите білими горбиками, що нагадують перлини; *H. symbiiformis* Haw. – г. човноподібна; *H. margaritifera* L. – г. перламутрова тощо.

Bryophyllum Salisb. – *бріофілюм*. Високоросла сукулентна рослина з м'ясистими листками родом з родини тостолистіх. Рослина є ендеміком Мадагаскару, де нараховується 27 її видів. Із усього розмаїття видів, лише два придатні для кімнатного та оранжерейного утримання: *Br. tubiflora* How. – бріофілюм трубкокрітквий (Рис. 1.6), а також *Br. Daigremontiana* R. Hamet et H. Perr. – бріофілюм Дегремона (Рис. 1.7).



Рис. 1.6 *Br. tubiflora* How. – бріофілюм трубкокрітквий



Рис. 1.7 *Br. Daigremontiana* R. Hamet et H. Perr. – бріофілюм Дегремона

Високі, прямі стебла цих рослин дерев'яніють знизу і можуть досягати метра заввишки. Листя у цих видів відрізняється: у бріофілюма Дегремона вони темно-зелені, м'ясисті, розсічені, подовжено-трикутні з зубчастими краями, а у бріофілюма трубкоквіткового – посічене коричневими плямами. Розгалужені суцвіття досягають 30 см заввишки і складаються з численних дзвоникоподібних, пониклих квіток довжиною 1,5-2 см, ніжно-лілових з рожевим відтінком. В умовах нашого клімату квітне протягом січня – квітня.

Бріофілюм, з грецької мови, перекладається як «рясно зростаючий лист». На верхівці кожного листка бріофілюма трубкоквіткового або в зазубринах листка бріофілюма Дегремона утворюються виводкові бруньки, які перетворюються на мініатюрні рослини з пагоном, 2-3 парами листків та корінцями. Якщо рослина, що сформувалась, не відпадає від листка, то на третій парі листків у нових рослин з'являються бруньки третього порядку. Коли прокинулися бруньки, що опали з рослини, і потрапили в оптимальні умови, вони пускають коріння та швидко перетворюються на пишні рослини. [14].

Тож, на одному листочку може утворюватися від 25 до 30, а на великих і до 40 бруньок. Така особливість бріофілюма, вирощувати повноцінні рослини на материнській рослині, і стала причиною народної назви "живороди". Інше його ім'я – кімнатний женьшень, завдяки цілющим властивостям соку використовують його у народній медицині для лікування різних дерматологічних проблем, гнійників, навіть екзем, фістул, опіків, а також для лікування серця, шлунка тощо. При інфікуванні грипом рідиною з листка змащують слизову носа.

Для нормального зростання бріофілюма необхідний помірний полив, добре освітлена і сонячна місцина, ґрунт з листової, дернової землі та грубозернистого піску (1:1:0,5). Декоративні бріофілюми існують тільки в молодому віці, тому по тому як вони зростають їх потрібно відновлювати або ж з живців або ж з листових бруньок.

Euphorbia L. – *молочай*. Це надзвичайно різноманітний рід з родини молочайних, який об'єднує понад 290 видів. Ареал охоплює Африку, Канарські острови та Близький Схід. Подібно до кактусів, їхнє тіло може мати різноманітну конфігурацію: кулясту, циліндричну або плоску, іноді з колючими виростами. Значна частина видів позбавлена листя, тоді як інші демонструють велику різноманітність у формі та розмірі листових пластинок. Деякі види характеризуються швидким листопадом незабаром після розгортання листя (наприклад, молочай тирукаллі), в той час як у інших листя зберігається протягом усього вегетаційного періоду, поступово оновлюючись. Квітки, хоч і не надто помітні (помаранчеві, зеленкувато-жовті, червоні), компенсуються оригінальністю форми. Зустрічаються також види, у яких приквіткові листки або суцвіття зберігаються протягом тривалого періоду (наприклад, молочай прекрасний чи молочай блискучий). Молочаї найкраще ростуть у теплих, сухих, добре освітлених місцях при помірному поливанні. Взимку полив рослин обмежують, за винятком видів, які втратили листя. Грунт для молочаїв повинен бути багатим на органічні речовини та добре дренованим (суміш, що складається з рівних частин глинисто-дернового ґрунту, листової землі та крупнозернистого піску, з додаванням 1/4 товченого деревного вугілля та 1/4 битого черепка).

Розмноження цієї рослини можливе як насінням, так і живцями. При живцюванні важливо забезпечити підсушування зрізів живців протягом тижня в теплому, сухому місці до появи ознак підсихання. Висаджують у чистий, крупнозернистий річковий пісок.

При роботі з живцями молочаю слід дотримуватися обережності, оскільки його молочний сік містить токсичні речовини.

Переважає більшість видів молочаїв пристосована до кімнатних умов. Серед них можна виділити такі як: *E. splendens* Bot set Hook. – м. блискучий – це кущ з гнучкими, тонкими пагонами, густо вкритими м'якими колочками, який має дрібне, овальної форми листя, розташоване по всій довжині гілок та квіткові суцвіття – зонтики з дрібних яскраво-червоних квіток, що

прикрашають кінчики гілок, а розмножується легко – стебловими живцями (Рис. 1.8); *E. grandicornis* Goebel. – м. великорогий – це низькорослий чагарник з чотиригранними пагонами, вкритими короткими сіруватими колючками; *E. aphylla* Brouss. – м. безлистя; *E. mamillaris* L. – м. сосочкоподібний тощо.



Рис. 1.8 *E. splendens* Bot set Hook. – молочай блискучий

Відрізняється особливою декоративністю *E. pulcherrima* Wild. – молочай прекрасний (Рис. 1.9). Це чагарник з потовщеними, голими гілками, з черепашчастим, голим або рідко-лосистим листям, яке має гостру верхівку, клиноподібну основу та виїмчасті краї. Привабливість цієї рослини надають довгі, багряні листочки довжиною до 12 см, які обрамляють суцвіття дрібних квіток, створюючи форму яскравих, великих квітів. Цей вид вкривається квітами протягом зими-весни. Квітучі рослини вимагають інтенсивного поливу, а пізніше – звичайного. Основним елементом догляду за рослиною є своєчасне пінцювання (тобто прищипка цятки зростання) для того щоб недопустити зростання гілок у довжину, і для прискорення їхнього розгалуження, через те, що квіти утворюються наприкінцях гілок, а тому що більше гілок, то й більше кольорів [14].



Мал. 1.9 *E. pulcherrima* Wild. – молочай прекрасний

Echeveria D. C. – ехеверія. Стеблові вічнозелені рослини з м'ясистими листками, представлені більш ніж 200 видами, трапляються в областях з недостатнім зволоженням Мексики, Південної та Центральної Америки. Рослина має сріблясті, прикріплені без черешка, соковиті листки, зібрані в прикореневі пучки, які розташовані на стеблах по всій їх довжині. Розетки відрізняються за розмірами та формою, що є характерною рисою кожного виду і слугує його головною декоративною особливістю. Суцвіття в них густі, складені з безлічі дрібних квіточок (Рис. 1.10). Рослина роду Ехеверія, як і інші сукуленти, обожнює яскраве освітлення, віддає перевагу рідкому поливу і добре росте в різних ґрунтах.



Рис. 1.10 *Echeveria D. C. – ехеверія*

Рослина поширюється частинами стебла, насінням, прикорневими розетками та листками, які пускають коріння в грубозернистому, ретельно промитому, зволоженому піску.

Сукуленти роду Ехеверія культивують як окремо, так і у квітниках разом з іншими культурами. В домашніх умовах часто вирощують такі види рослин: *E. metallica* Lem. – е. металопоподобна – Рослина-велетень відзначається височенними розетками листя, які досягають 30-40 см, а листя мають сіро-фіолетове забарвлення з металічним блиском; *E. agavoides* Lem. – е. агавовидна – безстебельна рослина, яка має міцні, ефектні, щільні прикорневі розетки; *E. elegans* Rose. – е. витончена; *E. glauca* Вак. – е. сиза – рослина зі сріблястим листям, тощо.

Sansevieria Thunbg. – *сансев'єра*. Є представником родини лілійних. Ареал поширення цих рослин охоплює 40 видів, які трапляються в Азіатському континенті та Африканському континенті. Ця зелена рослина має червоне коріння і довгі підземні стебла, з яких виростають вузькі, шкірясті, блідо-зелені листочки, прикрашені поперечними смугами. Ці розпливчасті смуги, схожі на перламутрову луску риби, дали рослині народну назву «щучий хвіст» (Рис. 1.11).



Рис. 1.11 *Sansevieria Thunbg.* – сансев'єра

Листя бувають різних розмірів, що дозволяє їм виконувати найрізноманітніші функції. Наприклад, на Шрі-Ланці листя сансев'єри слугують для створення огорож навколо дворів, а в Південній Африці з них отримують міцне волокно, яке використовують для виробництва мотузок, канатів, грубих тканин та інших виробів [21].

Сансев'єра розквітає досить скромно, проте її зелене суцвіття випромінює надзвичайно приємний аромат. Суцвіття рослини зібрані в квітконос, що випускає довгу стрілку з кореневища. Оскільки цвітіння і утворення насіння є вкрай рідкісним явищем, сансев'єру найчастіше розмножують діленням куща або ж живцюванням листя.

Під час вегетативного розмноження кореневище поділяють на фрагменти, кожен з яких має 1-2 листки та кореневу систему. Отримані частини розсаджують по окремих горщиках. Розмноження листям проводять протягом усього року, однак найбільш сприятливим періодом для цього є весна. Для цього лист розрізають на відрізки завдовжки 8-10 сантиметрів і висаджують їх у вологий, крупнозернистий пісок, попередньо добре промитий. Глибина посадки становить 3-4 сантиметри. Щоб уникнути опіків, слід уникати потрапляння прямих сонячних променів. Живці швидше приживаються і легше адаптуються, якщо горщик накрити склом.

Укорінені живці листових рослин пересаджують індивідуально в невеликі горщики, забезпечені гарним дренажем. Для цього використовують ґрунтову суміш, що складається з дернової, листової, перегнійної землі та піску у співвідношенні 3:1:1:1. Ідентична ґрунтова суміш, у яку висаджують і фрагменти куща. Дорослі екземпляри рослин культивують у просторих плоских горщиках в субстраті, який складається з дернової, листової землі та піску у співвідношенні 2:2:1 [3].

До найпривабливіших сортів належать: *S. trifasciata* Prain., *S. thyrsoflora* Thunbg., *S. grandis* Hook. або *S. zeylanica* Willd. та ін. [14].

Stapelia L. – *стапелія*. Є представником родини ластівневих, походить з південноафриканського континенту. Це маленькі чагарники, що утворені соковитими, м'ясистими, голими, місцями розгалуженими стеблами завдовжки від 10 до 30 см та діаметром від 0,5 до см. Пагони рослини можуть бути квадратними або круглими, великозубчастими, шорсткими, зеленого або сіро-зеленого відтінку (Рис. 1.12).



Рис. 1.12 *Stapelia L.* – стапелія

Квіти стапелії сплюснуті, самотні, розташовані на низькій ніжці, різноманітні за формою та кольором, опушені довгими волосками або гладенькі, і мають екзотичний вигляд. Краї пелюсток квітки знизу з'єднані між собою, а зверху вони утворюють п'ятикутну зірку. Крім того, посередині віночка є так звана "корона". Суцвіття мають відразливий аромат, що нагадує запах гнилого м'яса. Через це на них часто сідають зелені падальні мухи, які відкладають на квітколоже свої дрібні яйця. Саме ці мухи відповідають за запилення квітів стапелії.

Наприкінці весни, коли стає тепліше, рослина починає бурхливо розвиватися, а вже з середини травня і до пізньої осені – вкривається квітами. Період цвітіння квітки триває від 3 до 5 днів, але може сягати і 8, особливо в спекотну погоду. Щоб рослина довго і пишно квітла, необхідне добре освітлене, тепле та захищене від вітру місце. В сезон вегетації, у літню пору,

кактуси слід рясно поливати, а взимку обмежують полив до мінімуму, розміщуючи їх у провітрюваному місці при 12-14°C.

Для успішного вирощування цієї рослини, як і кактусів, потрібна особлива земляна суміш. Оптимальний склад: дерново-суглинистий ґрунт, крупнозернистий пісок, дрібні уламки кераміки та деревне вугілля у пропорції 1:1:1/2:1/4:1/4. Для посадки краще підійде широкий і невисокий горщик, оскільки коріння рослини розташоване близько до поверхні ґрунту. Також обов'язково потрібен ефективний відтік для видалення з горщика надлишків вологи (вона може призвести до загнивання і коренів і низу стебла).

Стапелія може розмножуватися генеративно (насінням), вегетативно (поділом куща та живцюванням) або шляхом укорінення стеблових живців у продезінфікованому крупнозернистому піску.

Для домашнього квітництва найкраще підходять такі сорти стапелії: *S. grandiflora* Mass. – с. великоколірна, має стебла з чотирма гранями, соковиті, вкриті пушком, листя з зубцями, загнутими назовні, квітки знизу блідо-зелені, а зверху темно-фіолетові та пелюстки з темно-бордовими війками зверху; *S. gigantea* N. E. Br. – с. гігантська, має чотирикутне стебло з пилчастими краями, яке підтримує крупні, зіркоподібні квіти, розділені на загострені частки, а також пелюстки, які мають рудуватий відтінок і прикрашені червонуватими смугами. Крім того, у кімнатній культурі дуже поширені: *S. angulata* Tod. – с. незграбна, *S. rectiflora* Jacq. – с. прямоквіткова, *S. marmorata* Jacq. – с. мармурова, вкрита мармуровими прожилками тощо [14].

***Huernia R. Br.* – гуернія.** Відноситься до родини ластівневих, походить з Південної та Південно-Західної Африки [20]. Ця сукулентна рослина за своєю будовою стебел нагадує стапелію. Їх можна відрізнити лише під час цвітіння, оскільки їхні квіти дуже відрізняються: квіти стапелії нагадують плоскі великі п'ятикутні зірки, а гуернії – дзвоникоподібні пониклі квіти.

Рослина має чотирикутні або круглі, коротенькі, голі стебла, що не галузяться та з'являються пучками. Квітки гуернії п'ятипелюсткові, звисаючі,

трубчасті, всередині бордові, з відштовхуючим, як у стапелії, запахом протухлого м'яса. (Рис. 1.13). У тепличних умовах квіти можуть розпускатися цілий рік, однак найпишнішого цвітіння можна спостерігати восени та влітку. Поширюється за допомогою відростків, зерняток та діленням куща [14].



Рис. 1.13 *Huernia R. Br.* – гуернія

Серед 52 різновидів гуернії для кімнатного розведення радять такі сорти: *H. barbata* (Mass) Haw., *H. bicampanulata* Verd., *H. confusa* Phillips, *H. oculata* Hook., *H. illansii* N. E. Br. тощо [7].

***Ceropegia L.* – церопегія.** Є представником родини ластівневих і включає 150 видів. Населяють тропічні, субтропічні райони Азії, Африки та Австралії. Часто в кімнатних умовах можна побачити каскадні культури, зокрема, церопегію Вуда (*C. Woodii* Schlecht) – плетисту рослину з витонченими пагонами із Південної Африки (Рис. 1.14). Рослина з тонкими стеблами, що несуть дрібне, до сантиметра в діаметрі, серцеподібне листя, яке розташоване парами і має шкірясту текстуру зі сріблястими візерунками. Суцвіття в неї воронкоподібні, поодинокі, розміщені біля основи листя, бузково-рожевого відтінку, розкидані по стеблу, на якому є бульбоподібні утворення. Рослина віддає перевагу добре освітленим місцям, частим поливам в теплу пору року і обережному зволоженню в холодну. Кожні два-три роки, навесні, церопегія потребує пересадки.



Рис. 1.14 *C. Woodii* Schlecht – церопегія Вуда

Розмноження церопегії відбувається частинами стебла, насінням і діленням куща. Щоб створити оптимальні умови для росту рослини, необхідно підготувати ґрунтову суміш. Вона повинна включати дернову землю (що забезпечує мінерали), листову землю (для пухкості) та пісок (для дренажу). Розмноження живцями здійснюють протягом усього року, але найкращі результати дає весняна процедура. Рослини добре приживаються в ретельно очищеному, крупнозернистому, річковому піску. Зернятка висаджують в теплі пори року, засипаючи землею і укриваючи склом. Зважаючи на появу сходів, їх пересаджують в окремі ємності, а пізніше підрослу розсаду висаджують у індивідуальні горщики. Розмноження рослини відбувається шляхом поділу під час пересадки. Доглядати за нею можна як за кучерявою, так і за ампельною рослиною. Церопегія Вуда – це не єдина рослина, яка чудово підходить для озеленення приміщень. Серед інших популярних варіантів можна назвати такі як: *C. linearis* E. Mey., *C. debilis* N. E. Br., *C. sandersonii* Deche. та ін.

***Cissus cactiformis* Gilg. – цуцус.** Незвичайна соковита рослина з родини виноградових. Має чотирикутні стебла завдовжки 2-3 м, які складаються з міжвузлів 8-10 см завдовжки, 1-2 см завширшки у частинах між вузлами, де

розвиваються пальчастоскладні листки та спіральні вусики, що міцно обвивають опору. На завершальному етапі вегетації листя облітає, а вусики висихають, надійно фіксуючи тендітне стебло до опори. В кімнатних умовах рослина не розквітає, а лише в оранжерейних. Квіти у неї непомітні та не є декоративною окрасою. Незвичайну красу цисусу надають його вегетативні органи (Рис. 1.15).



Рис. 1.15 *Cissus cactiformis* Gilg. – цисус

Подібно до інших сукулентів, цисус віддає перевагу теплим, сонячним, добре освітленим місцям, а також рясному зволоженню в теплу пору року і помірному – в холодну. Ця рослина може розмножуватися як насінням, так і вегетативно (живцями), однак останній спосіб є набагато простішим та ефективнішим. Окрім цисусу кактусоподібного, поширеними є ще два види, такі як *C. rotundifolia* (Forsk.) Vahl. – ц. круглолистий та *C. quadrangularis* L – ц. чотиригранний [8].

Bowiea Haw. – *бовея*. Є представником родини лілейних. Цей незвичайний сукулент оселився в суворих умовах пустель та степів Південної Африки.

Ця рослина має повзучий, багаторічний, зелений стовбур-цибулину, що стелиться землею, може досягати значної довжини. Має ниткоподібні, діаметром 0,6-0,7 см, зелені, завиті, довжиною 3-4 м, голі, салаткові стебла. Гілки бовеї другого й третього порядку стрункі, невеликі, м'які та численні, голі, зеленуватого кольору [22].

Суцвіття рослини маленькі, світло-зелені, виростають на верхівках бічних відгалужень. Після того, як насіння дозріє і розлетиться, стебла висихають, а цибулина входить у період спокою. Щільна, м'яка зелень стебел прикрашає рослину. Поширюється вона за допомогою насіння і цибулин-діток, які виростають з додаткових бруньок (Рис. 1.16).



Рис. 1.16 *Bowiea Haw.* – бовея

Існує 4 розповсюджених види бовеї, однак найкрасивішою з них є *Bowiea volubilis* Haw. – б. кучерява.

Tradescantia navicularis Ortg. – *традесканція човноподібна*. Є представником родини камелінових. Ця різновидність, на противагу своїм вологолюбним, тендітним родичам – усім іншим видам традесканції, зростає

на глинистих землях у Мексиці та на півночі Перу поряд з кактусами і є типовим сукулентом [21]. Рослина являє собою низький чагарник. Рослина має стебло, яке розповсюджується по поверхні ґрунту і має короткі міжвузля. Листки ростуть попарно, опушені, сіро-зелені, нагадують за формою човен і як намистинки нанизані на стебло. З вузлів легко утворюються нові рослини. Суцвіття рослини непоказне, дрібне. Цвіте традесканція в теплі місяці, а іноді й у холодну пору року. Легко розмножується частинами стебла. Рослина має унікальну будову. Її найчастіше ставлять серед кактусів, аби доповнювала всю композицію (Рис. 1.17).



Рис. 1.17 *Tradescantia navicularis* Ortg. – традесканція човноподібна

Sedum L. – *очиток* (Рис. 1.18). Цікаві сукулентні рослини родини товстолистих, гарно пристосовані до суворих умов Південної Америки та Центральної Африки. До роду входить понад 500 видів і форм однорічних, дворічних та багаторічних трав'янистих рослин, а також чагарників найрізноманітнішого вигляду.



Рис. 1.18 *Sedum L.* – читок

Гілки рослин можуть бути прямими, повзучими або лежачими на землі. Листочки в них парні або поодинокі, беззубчасті, сплюснуті, трав'янисті, або ж довгасті, м'ясисті, із сірувато-блакитним відтінком. Квіточки – це крихітні рослини, яскравих відтінків, об'єднані в суцвіття типу китиці чи грона.

Найбільш популярними видами серед кімнатних рослин є:

1) *S. morganianum* E. Waith. – седум Моргана. Являє собою кущ із достатньо довгими стеблами-вусиками близько 40 см і більше, густо вкритими циліндричними, соковитими, світло-зеленими з дещо блакитним відтінком листками, які облягають стебло, наче муфта. Це чудова каскадна рослина, що чудово почувається в підвісних горщиках.

2) *S. lineare* Thunb. – седум лінійний. На його повзучому, тендітному стеблі щільно розміщені невеликі розетки надзвичайно дрібних, світло-зелених листочків, що мають білі смужки.

Як альтернативу цим видам, для вертикального озеленення можна також застосовувати такі різновиди седумів: *S. dasyphyllum* L. – седум густолистий, *S. pachyphyllum* Rose. – седум товстолистий, *S. moranense* Н. В. К. – седум моранензе й інші.

Усі представники даного виду рослин добре ростуть на освітлених, теплих ділянках за умови регулярного, але не надмірного поливу. Седуми розмножуються насінним і вегетативним способами. Живці цих рослин, тобто частинки стебел, добре приживаються у вологому, крупнозернистому піску [14].

Crassula L. – товстянка (Рис. 1.19). Ця група рослин є однією з найбільших у родині товстолистих, об'єднуючи близько 300 різновидів, які в основному поширені на Мадагаскарі та півдні Африканського континенту.



Рис. 1.19 *Crassula L.* – товстянка

Більшість є вічнозеленими соковитими сукулентами: трав'янистими рослинами, чагарничками та низькорослими кущами із соковитими пагонами та м'ясистим листям, переважно пристосованими до життя на кам'янистих, посушливих ділянках. Маленькі квіточки цих рослин зібрані в компактні суцвіття: щитки, парасольки або розгалужені волоті. Абсолютно унікальні через оригінальну їхню декоративну форму. Для успішного вирощування необхідне тепле, добре освітлене місце, регулярний, але помірний полив у вегетаційний період та значно менший у холодну пору року. Оптимальний субстрат складається з суміші дернової, листової землі, перегною та піску у співвідношенні 2:1:1:1.

В оранжерейному квітникарстві культивуються такі рослини: *C. alstonii* Marl. – товстянка Альстона, *C. falcata* Wendl. – т. серповидна, *C. lycopodioides* Lem. – т. плауноподібна, *C. portulaka* Lem. – т. портулака, *C. perforata* Thun.bg. – т. продирявлена тощо. Розмножуючись як насінням, так і вегетативно (через живці), рослина успішно розвивається у вологому середовищі крупнозернистого піску.

1.2. Ботанічна та морфологічна характеристика роду *Алое* родини *Асфodelових*

1.2.1 Особливості роду *Алое*

Алое відноситься до категорії сукулентів, що належать до сімейства асфodelових (*Asphodelaceae*). Походить із спекотних і сухих регіонів Африки, Мадагаскару, островів Сокотри, Макаронезії та південної частини Аравійського півострова. Проте, завдяки своїм декоративним і лікувальним властивостям, а також відносно простому і швидкому розмноженню, багато видів алое успішно прижилися в країнах Середземномор'я, Індії, на Цейлоні, в Мексиці та на Кубі. Одним із найстаріших лікарських рослин вважається алое справжнє, або ж Барбадоське (*A. vera* = *A. barbadensis*). Його привезли іспанці до Європи, звідки воно мігрувало на острів Барбадос і в багато країн Південно-Східної Азії. Деякі види вирощували на Закавказзі як лікарські рослини.

Алое представлене багаторічними трав'янистими рослинами з довгими гладкими м'ясистими листками, які вкриті по краях шипами. Квітки червоного або жовтого кольору, зібрані у щільне суцвіття на верхівці стебла. Це один з найчисельніший родів родини. Відомо понад 500 різновидів алое. Найпоширенішими видами алое є деревоподібне, яке в народі називають "столітником", і алое вера, яке широко використовується у медицині та косметології. За зовнішнім виглядом алое дуже різні: серед них є як розеткові, так і деревоподібні форми, і зустрічаються навіть ліани (*Aloe ciliaris*); також є і гігантські, і мініатюрні рослини [5].

Листові відростки алое, що утворюють розетку, беруть початок від кореня, найчастіше вони є м'ясистими. У деяких видів на листках присутні шипи, в той час як у інших вони взагалі відсутні. Частина видів рослин має восковий наліт на листі. Коли кущ цвіте, він укривається квітами яскравого червоного, жовтого або ж оранжевого кольору. Будова суцвіття залежно від виду рослин буває гронавидним або розгалуженим, здебільшого квіти дзвоникоподібні або трубкоподібні (Рис. 1.20) [1].

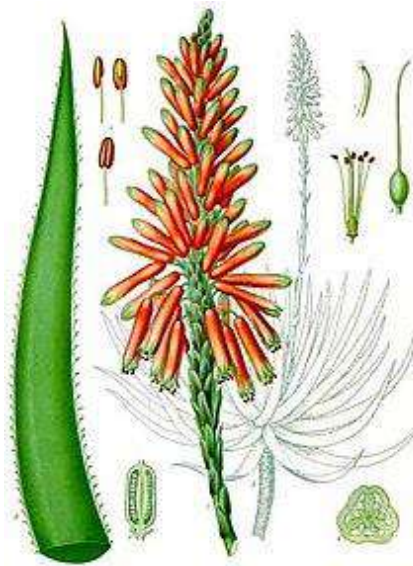


Рис. 1.20 *Aloe succotrina* – Алое

Алое користується великою популярністю серед збирачів і шанувальників сукулентів. Популярне вирощування в домашніх умовах таких сортів: деревовидне – дочірні рослини з’являються вже на другий сезон; вера – велике алое із розетками; строкате – зелене листя забарвлене світлими смужками; жахливе – назване через коричневі нарости; мильне – має невисоке товсте стебло та широке листя та ін.

Якщо в пріоритеті лікувальні властивості рослини, віддають перевагу алое деревоподібному або алое вера. Саме ці види алое вважаються універсальними для лікування самих різноманітних хвороб. Крім того, алое вера, найневибагливіше. Ось, наприклад, сік алое пришвидшує лікування гнійників і опіків. Він слугує також сировиною для виробництва масок, оскільки має оновлювальну та омолоджувальну дію. Листя використовують для отримання речовини, яка має проносний ефект.

Гель, який знаходиться всередині листя алое, вважається її найціннішим елементом. Він складається із 96% води та ряду інших інгредієнтів. Ними є:

– *мінеральні речовини* (кальцій, калій, магній, залізо, цинк, натрій, мідь, марганець, фосфор, хром);

– *вітаміни*. Всі групи В, у тому числі вітамін В₁₂, холін, бета-каротин та фолієву кислоту;

– *амінокислоти*: аргінін, аланін, лізин, фенілаланін, метіонін, треонін, валін і тирозин;

– *білки*: лектини (відіграють важливу роль у численних взаємодіях між клітинними елементами, наприклад, у регуляції клітинної адгезії);

– *ненасичені жирні кислоти*: каприлова, лінолева, стеаринова, пальмітинова;

– *стероїдні алкалоїди*: лактат магнію, лупеол (природна саліцилова кислота);

– *протизапальні речовини*: кампестерол (захищає кістки і суглоби від деградації), бета-ситостерин (знижує рівень холестерину в крові);

– *антимікробні речовини*: корична кислота, сполуки сірки, феноли;

– *антрахінони та їхні похідні*: алоїн, антрацен, барбалоїн, ізобарбалоїн, алоетова кислота, антранол, емодин, резистанол, хризопранова кислота, складні ефіри коричної кислоти. Алоїн та емодин, що входять до складу цієї рослини, можуть спричиняти небажані наслідки, тому її слід вживати з обережністю;

– *ферменти*: амілаза, пероксидаза, каталаза, целюлаза, оксидаза, карбоксипептидаза;

– *полімери*: лігніни (ряд досліджень підтверджують, що завдяки цим інгредієнтам алое вера здатне глибше проникати в епідерміс);

– *сапоніни*: Сполуки з класу глікозидів, що мають густу, злегка антисептичну дію;

– *вуглеводи*: арабіногалактан, ацетильований манан, глюкогалактоманнан, ацетильований глюкоманнан, галактан, пектинові речовини;

– *сахариди (полісахариди)*: глюкоза, маноза, альдопентоза, L-рамноза.

Ключова лікувальна сполука – ацеманнан, ефективна для профілактики вірусних інфекцій.

1.2.2 Догляд за Алое у домашніх умовах

Лікувальні якості та екзотичний зовнішній вигляд сприяли широкій популярності алое в кімнатному квітникарстві. Так як і інші сукуленти, алое не потребує особливого догляду. Рослина легко переносить затінення та посуху. Навіть вологість не має великого значення. Але при правильному догляді в домашніх умовах, алое може жити набагато довше.

Освітленість. Алое обожнює світло, тому оптимальне місце для нього в квартирі – південний підвіконник. Сонячні промені йому не загрожують. Рослину, що тривалий період перебувала у темряві, слід готувати до яскравих променів поступово. У холодну пору року кущі часто відчують нестачу світла. Для забезпечення належного розвитку варто використовувати фітолампи.

Температурний режим. Влітку алое активно розвивається і збільшується в розмірах за типових кімнатних умов. У весняно-літній період рослину доцільно виносити на відкрите повітря, обираючи для неї ділянку, укриту від атмосферних опадів. Якщо влітку не виносити алое на свіже повітря, тоді варто регулярно провітрювати кімнату, де вона стоїть. З настанням зими рослина переходить у стан спокою, отже, її слід розмістити в прохолодному приміщенні (температура не вище 14 градусів). Якщо ж в кімнаті стане тепліше, то кущ може почати активно рости вгору, так як взимку сонце не може забезпечити йому достатню кількість світла.

Полив. В період вегетації поливати алое потрібно одразу після того, як висохне земля в горщику. Взимку зволоження рослин слід скоротити, але не допускати землі повністю пересохнути. Під час поливу субстрату необхідно пильнувати щоб вода не потрапляла безпосередньо в центр розетки листя, оскільки це може спровокувати гниття стебла і, як наслідок, загибель куща.

Вологість повітря. Квітка міцніє та розквітає при будь-якій вологості повітря [1].

Цвітіння. Для цвітіння алое необхідний період спокою, який можливий лише за умови тривалого світлового дня і прохолоди. Створити для рослини аналогічні умови в домашніх умовах досить проблематично, тому її цвітіння можна спостерігати надзвичайно рідко (Рис. 1.21).



Рис. 1.21 Вирощування *Алое* в домашніх умовах

Добриво. Підкормку рослин здійснюють з другої половини весни до початку осені кожні 4 тижні. У фазі глибокого спокою куща внесення добрив є недоцільним.

Пересадка алое. Ідеальним середовищем для вирощування алое є ґрунт, що складається з дернової та листової землі, а також піску (у пропорції 2:1:1). Для того, щоб субстрат був більш пористим, його змішують з невеликою кількістю деревного вугілля і дрібних фрагментів цегли. Пересадку здійснюють лише за потреби, зазвичай, молоді кущі піддають цій процедурі кожні два роки, а старіші — раз на чотири роки [1].

1.2.3 Хвороби та шкідники Алое

При неправильному догляді за алое можуть виникнути труднощі:

1. Листя непримітне і мляве. Це може статися через надмірне зволоження, коли верхній шар ґрунту залишається вологим. Ще виною цього може бути невідповідний субстрат.

2. Пагони стають витягнутими. За браку світла пагін швидко витягується, внаслідок чого він втрачає декоративний вигляд. Щоб компенсувати недостатнє природне освітлення, рослину можна досвічувати фітолампами, збільшуючи таким чином світловий день.

3. З'явилася гниль на пагонах і коренях. Гниль на коренях алое може з'являтися через занадто частий або надмірний полив. Гниття ж стебла, як правило, спричинене потраплянням вологи в листову розетку під час поливу, особливо в умовах низької температури повітря. Оптимізуйте режим зволоження алое, видаліть уражені ділянки рослини та пересадіть її в новий ґрунт.

4. Кінчики листових пластин стають коричневими. Ця рослина здатна адаптуватися до умов низької вологості повітря. Проте якщо повітря буде занадто сухим, тоді потрібно буде збільшити його вологість. Через недостатній полив на краях листків можуть з'явитися коричневі плями.

5. На листках утворилися плями темного кольору. Алое потрібно оберігати від вітру, особливо від холодних потоків повітря. Температура нижче 8 градусів може завдати їй шкоди. Провітрювання кімнати має бути щоденним, але для квітки слід знайти куточок, де немає протягів.

6. Шкідливі комахи. На рослині можуть завестися лускокрилі шкідники, борошнисті комахи, тля та павутинні кліщі [1].

1.2.4 Розмноження Алое

Алое легко розмножується як насінням, так і вегетативно. Виростити його з насінини під силу навіть новачку. Спочатку на дні ємності створюють ефективний дренажний шар, після чого заповнюють її піщаною сумішшю і висівають насіння. Висів культур здійснюють під кінець зими або на початку весни. Посівам надають постійне зволоження і вентиляцію. Слід захищати їх від палючого сонця і забезпечувати температуру близько кімнатної (20 градусів). Пересаджування сходів в окремі горщики здійснюють тоді, коли їм виповнюється місяць. Через три місяці після пересадки молоді рослини готові до чергового пересаджування в більші горщики. Після цього за ними слід доглядати так само, як і за дорослими екземплярами.

Для розмноження алое відростками застосовують аналогічний ґрунтовий склад, що і для висівання насіння. Ранньою весною або влітку відокремлюють від батьківської рослини молоді відростки, що розвиваються з кореня, після чого їх пересаджують в індивідуальні горщики. Після того, як саджанець пустить коріння і піде в зріст, за ним здійснюють такий же догляд, як і за дорослою рослиною [1].

1.2.5 Популярні види роду Алое

Розглянемо найпоширеніші види роду *Алое*.

Алое деревоподібне (Aloe arborescens). Цей різновид часто вирощують у домашніх умовах, його також називають «столітником». Дерево або кущ може вирости до трьох метрів у висоту. Поступово нижня частина пагонів втрачає листя, тоді як верхня активно розгалужується. Апікальні розетки густо вкриті м'ясистим листям мечоподібної форми, яке звужується до вигнутого верхів'я. Вони мають сіро-зелене забарвлення, довжина близько 50 сантиметрів, а ширина – приблизно 6 сантиметрів. По периметру пластини розміщені колючки, завдовжки до 0,3 сантиметра. Цей вид квітне у травні-червні, проте при культивуванні в кімнатних умовах цвітіння на кущі є рідкісним явищем.

На стрункому стеблі розпускаються суцвіття, що складаються з рожевих, червоних або жовтих квіток (Рис. 1.22).



Рис. 1.22 *Aloe arborescens* – алое деревоподібне

Алое Вера (Aloe Vera). Пагони біля куща коротенькі. Зібране в невеликі розетки зелене листя має видовжено-ланцетну форму, часто вкрите білими плямами, а по краях оздоблене блідо-рожевими колючками (Рис. 1.23). Розмір листових пластин може сягати приблизно півметра. На високому стеблі з'являється декілька кистей з блідо-жовтих віночків, довжиною близько 3 см. Деякі сорти мають суцвіття, забарвлені в малиновий колір. Інша назва цього виду – алое Ланца (*Floe lanzae*), або ж алое барбадоське (*Aloe barbadensis*), а ще його називають алое індійське (*Aloe indica*).



Рис. 1.23 *Aloe Vera* – Алое Вера

Алое Марлота (Aloe marlothii). Цей чагарник виростає приблизно до трьох метрів у висоту. М'ясисті мечоподібні листки утворюють прикореневу розетку, обидва боки якої вкриті восковим нальотом. Вони мають сірувато-зелений відтінок, їхня довжина сягає 1,5 метра, а ширина – 30 сантиметрів. Весь периметр пластини, включно з обома сторонами, вкритий густою мережею крихітних блідо-рожевих гострих колючок. Суцвіття складається з трубчастих квіток, зібраних у китиці, переважно оранжево-червоного кольору (Рис. 1.24).



Рис. 1.24 *Aloe marlothii* – Алое Марлота

Алое жахливе (Aloe ferox). У дикій природі кущ з вертикальним стеблом виростає до висоти близько трьох метрів. На верхівці алое утворюється розетка з листя, яке має довжину близько півметра і ширину до 15 сантиметрів. Листя салатого кольору під впливом певних факторів може ставати блідо-червоним. Зубці, що розростаються по краю, інколи утворюються і на поверхні листової пластини. Із центральної частини прикореневої розетки розвивається гроновидне суцвіття заввишки близько 50 см, утворене помаранчево-червоними квітками (Рис. 1.25).



Рис. 1.25 *Aloe ferox* – Алое жахливе

Алое мильне (Aloe saponaria) або ж алое плямисте (Aloe maculata). У куща гіллясте стебло і, зазвичай, у нього утворюється кілька листових розеток. Довжина плоских, зігнутих листків зеленого кольору становить близько 60 сантиметрів, а ширина – до 6 сантиметрів. Листові пластини з обох боків рясно вкриті білими плямами, а по краю розташовані п'ятиміліметрові колючки. Дрібненькі суцвіття складаються з жовтих віночків, які часом мають червонуватий відтінок (Рис. 1.26).



Рис. 1.26 *Aloe saponaria* – алое мильне, або *Aloe maculata* – алое плямисте

1.2.6. Особливості виду Aloe vitro

Aloe vitro – це ефектний гібрид, який прикрасить будь-яку колекцію. Відрізняється різнобарвним темно-зеленим листям. Підкреслює декоративність зубчаста облямівка насичено-рожевого кольору та опуклі вкраплення коралового і ванільного відтінку (Рис. 1.27). Блиск Вітро настільки інтенсивний, що його легко переплутати з пластиковим. Це алое не примхливе в догляді, тому ідеально підійде новачкам у квітникарстві.

Алое вітро (*Aloe vitro*) – рослина, яка є популярною серед любителів кімнатних рослин через свою стійкість, красиву зовнішність, а також здатність виживати в будь-яких умовах. Розглянемо нижче догляд за цією рослиною.

Освітлення: сукулент потребує достатньої кількості яскравого світла, однак прямі сонячні промені можуть спричинити опіки листя. Ідеальне розміщення рослини на підвіконнях, що виходять на схід або захід. Якщо немає такого вікна, можна використовувати штучне світло.

Температура: Алое вітро найкраще почувається в теплій обстановці та здатне витримувати типову кімнатну температуру в діапазоні від 15 до 27 градусів за Цельсієм. Проте воно спроможне витримувати як трохи нижчі, так і більш високі температури. Важливо запобігати різким стрибкам температури і холодних протягів.

Полив: Алое вітро є сукулентом, а це означає, що воно має здатність накопичувати у своєму м'ясистому листі воду. Рослина стійкіша до нестачі води, ніж до її надлишку. Оптимальним є помірний, але стабільний полив алое. Поливати його потрібно, коли верхній шар ґрунту висохне повністю. Постійна присутність вологи може спровокувати загнивання кореневої системи, тому необхідно забезпечити ефективний дренаж ґрунту.

Ґрунт: рослина потребує легкого, добре дренованого ґрунту. Для отримання найкращих результатів рекомендується використовувати ґрунтову суміш, де пісок, перліт і родючий ґрунт представлені у рівних частинах. Це сприятиме кращому відведенню вологи від коріння, зменшивши ризик загнивання.

Пересадка: цей сукулент не потребує частих пересадок, однак регулярна зміна горщика сприяє покращенню якості ґрунту та активному росту. Пересаджувати алое вітро варто приблизно один раз на 2-3 роки або ж коли горщик стане занадто тісним для коріння. Під час пересадки потрібно слідкувати за тим, щоб новий горщик був більшим за попередній, а також мав гарну дренажну систему.

Розмноження: рослину можна розмножувати вегетативним способом за допомогою стеблових фрагментів або живців. Для цього потрібно відрізати здоровий лист біля самої основи та дати йому пару днів підсохнути. Після цього слід висадити його в пухкий, злегка вологий ґрунт і обприскувати водою до проростання корінців. Щоб підвищити шанси на вкорінення живців, можна обробити їх пошкоджені ділянки спеціальним порошком, що стимулює ріст коренів.

Догляд за листям: листя алое вітро з часом покривається шаром пилу. Тому слід ретельно протирати їх вологою ганчіркою або губкою для підтримання чистоти і блиску. Крім того, для отримання гелю з листя рекомендується застосовувати стерильні й гострі інструменти, аби запобігти ушкодженням рослини.



Рис. 1.27 *Aloe vitro* – алое вітро

РОЗДІЛ II. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Вибір експлантів для отримання стерильних проростків

Aloe Vitro

Основною вимогою для успішного вирощування рослинних тканин, органів і клітин є суворе дотримання стерильності. Позаяк окрім рослинних зразків, на штучних живильних середовищах, також активно розмножуються мікроорганізми, що становлять подвійну загрозу. По-перше, життєдіяльність мікроорганізмів може значно змінити склад поживних середовищ та ізольованих від рослини клітин й тканин, зокрема протопласти з легкістю можуть руйнуватися мікроорганізмами. Тому, всі експерименти необхідно здійснювати в абсолютно стерильних лабораторіях. Такими є бокси й ламінар-бокси.

Дезінфікують усе необхідне для роботи обладнання інструменти, посуд, поживні середовища, рослинну сировину та інші матеріали.

Стерилізація ламінар-боксу. Стерильні ламінар-бокси ідеально підходять для культивування ізольованих тканин, клітин та інших маніпуляцій, що вимагають стерильності. Стерильність підтримується завдяки бактеріальним фільтрам, вмонтованим у ламінар-бокс, через які циркулює повітря. Ламінар-бокс, за 2 години до використання, піддають обробці бактерицидними ультрафіолетовими лампами. До ламінару переносять сірники, спиртівку, порцелянову чашку з 96% етиловим спиртом та посудину зі стерильною водою. Розміщують також потрібні для роботи продезінфіковані інструменти і посуд. Під час ізоляції апікальної меристеми в ламінар-боксі використовують біокулярну лупу. Роботу в ламінарному боксі слід розпочинати з ґрунтового очищення 70%-м спиртом внутрішньої поверхні боксу, спиртівки та пробірок з поживним середовищем [2, с.18].

Стерилізація посуду. Стерильний посуд є невід'ємною частиною успішного культивування тканин. Перевіреним способом підготувати скляний

посуд, особливо новий, є замочити його на 2-3 години в розчині хромової кислоти, який готують з концентрованої сірчаної кислоти (9,2 г $K_2Cr_2O_7$ перемняти у ступці, потім розчинити це нагріванням на водяній бані у порцеляновій чашці в 100 мл концентрованої H_2SO_4). Після використання посуд слід ретельно вимити теплою водою з миючим засобом, потім обполоснути дистиллятом, висушити і піддати стерилізації протягом 1-2 годин за допомогою сухого жару в сушильній шафі при температурі 170–180°C.

Завдяки тиску в автоклаві досягається максимальна ефективність стерилізації, оскільки вологий жар проникливіший і швидше знищує мікроорганізми та їхні спори. Лабораторний посуд (піпетки, чашки Петрі, стакани з кришками) упаковують у паперову обгортку чи алюмінієву фольгу і закріплюють целофаном. Для стерилізації скляних піпеток у автоклаві їхню верхню частину обгортають ватою, а потім кожен індивідуально пакують у папір. Обробляють паром під тиском 2 атм протягом 25-30 хвилин.

Стерилізація інструментів. Стерилізація інструментів (пінцети, скальпелі, голки тощо) передбачає термічну обробку протягом 2 годин у сухожаровій шафі за температури 140°C. Скальпелі, ножиці, шприци, найдоцільніше кип'ятити для дезінфекції. Не можна стерилізувати в автоклаві металеві інструменти, оскільки волога пара провокує утворення іржі, через що вони втрачають гостроту. З початку і під час роботи інструменти бажано додатково обробити в ламінарі, зануривши їх у порцелянову ємність з 96% етанолом, а також прожаривши на полум'ї спиртівки. Завершивши процедуру обпалювання, кожен інструмент слід розмістити між листами раніше простерилізованого паперу. Простерилізований інструмент використовується тільки один раз. Перед повторним застосуванням його слід знову продезінфікувати спиртом та обпалити. Дуже тонкі інструменти (скальпелі, леза, голки) при нагріванні можуть втрачати свої функції, тому їх необхідно обробляти через занурення у спиртовий розчин [2, с.18].

Стерилізація рослинного матеріалу. До стерилізації рослинні зразки ретельно очищають під проточною водою, в окремих випадках із миючими

засобами, та видаляють зайві тканини. Наприклад, з коренеплодів і коренів видаляють шкірку, а з молодих пагонів – захисний покрив (кору), тощо.

Листя та молоді гілки дерев і трав слід обмити теплою мильною водою, потім ретельно промити проточною водою протягом 30-40 хвилин і, нарешті, обполоснути дистильованою водою. Сам процес стерилізації розпочинається з короткочасного занурення рослинних матеріалів у 96% етанол. Для дрібних частин, таких як бруньки, листки та насіння, достатньо 2-10 секунд, тоді як для більших, наприклад бульб, коренів чи цибулин, необхідна триваліша обробка – 1-5 хвилин.

Для стерилізації неушкоджених рослин використовується широкий спектр різних речовин. Найчастіше використовують розчини, до складу яких входять активні форми хлору (хлорне вапно, гіпохлорит кальцію та натрію, відомі такі торгові марки як хлорамін, хлорокс, доместос), сполуки ртуті (діацид, сулема), а також сильні окисники – перманганат калію та перекис водню. Поширеним є й застосування срібних сполук – 0,8-1,0% AgNO_3 .

Під час стерилізації верхівкових ростових точок, насіння та експлантів – шматочків тканин, взятих з різних частин рослини, застосовують такі розчини: 0,1% розчин діациду, 0,1% розчин сулеми (хлориду ртуті II), 10% розчин гіпохлориту натрію або кальцію, 3-6% розчин хлораміну, 13-20% розчин пергідролі [2, с.19].

Найчастіше використовувані способи обробки рослинних матеріалів перед введення їх у культуру *in vitro* наведено в табл. 2.1.

Техніка стерилізації. Дезінфекцію слід проводити в стерильних хімічних склянках, закриваючи їх чашками Петрі. Оброблений у боксі рослинний матеріал слід короткочасно занурити в ємність з етанолом, після чого перенести у стерилізуючий розчин (згідно заданого режиму). Щоб запобігти висиханню тканин під час стерилізації, їх слід акуратно прикрити стерильним ватним тампоном. Дрібне насіння необхідно обробити в мішечках з марлі чи міцної тканини, суворо дотримуючись усіх етапів. Стерильні рослинні зразки слід висушити, помістивши між аркушами стерильного

фільтрувального паперу, а зберігати їх потрібно в чашках Петрі до початку дослідження [2, с.19].

Стерилізація поживних середовищ. Пробірки з поживними середовищами слід закрити ватними тампонами, обгорнути поліетиленою плівкою для забезпечення герметичності та піддати автоклавуванню при температурі 120⁰С та тиску в 1 атм протягом 20 хвилин.

Середовище, в якому відсутні речовини, що руйнуються під впливом високої температури, рекомендується обробляти паром під тиском в автоклаві при 1 атм. Для об'ємів 25-50 мл достатньо 20 хвилин, а для 1-2 л – 30-40 хвилин.

Холодна стерилізація. Для стерилізації розчинів, що містять термолабільні сполуки (амінокислоти, вітаміни, абсцизову кислоту, рослинні екстракти, антибіотики), які руйнуються при автоклавуванні, слід застосовувати бактеріальні фільтри з розміром пор 0,45 мкм та проводити стерилізацію в стерильному боксі [2, с.19].

Найвідоміші способи стерилізації рослинних матеріалів перед введенням їх у культуру *in vitro*

Тканина	метод			
	предстерилізація	стерилізація	постстерилізація	посадка на агар і одержання калусу
Насіння	Матеріал поміщають в чистий етанол на 10 секунд або ж в розчин натрію гіпохлориту (1-1,5% активного хлору) на 15 хв. Проводять обробку в дистильованій воді (замочують у дистильованій воді на ніч для відокремлення кореня від інших органів)	Селектують насіння з цілими насінневими покривами. Окунають NaOCl (1-1,4% активного хлору) на 20 хв. Як альтернативні засоби для стерилізації можна використовувати 10% розчин гіпохлориту кальцію або 1% бромну воду. Рекомендують обробляти насіння з нерівною поверхнею 0,05% розчином миючого засобу (наприклад, типолом)	Обробляють триразово дистильованою водою	<p>1. Крихітне насіння для отримання калусу або сходів розсіюють по поверхні агаризованого живильного середовища.</p> <p>2. Насіння вирощують на субстраті без стимуляторів росту або на зволоженій дистильованою водою стерильному фільтрувальному папері, який підходить дозволяє отримати добрий стерильний експлант (корінь, пагін або листок), необхідний для індукції калусоутворення.</p> <p>3. У більшого насіння радять видаляти кінчики зародкового корінця або ж бруньки і переносити їх безпосередньо на живильне середовище для стимулювання утворення калусу.</p>
Сегменти кореня чи стебла	Ретельно промивають під напором води. Опускають у чистий спирт на 10 с	Окунають в NaOCl (1-1,4% активного хлору) на 20 хв. Кінці відрізають за допомогою стерильного скальпеля (де вбиті вже клітини)	Обробляють триразово дистильованою водою. Сушать між аркушами стерильного паперу	Висівають у вертикальному положенні на агаризованому субстраті з метою стимуляції калусоутворення.
Запасаючі органи (коренеплоди, бульби)	Ретельно промивають під напором води		Обробляють триразово дистильованою водою	Дезинфікованим скальпелем видаляють верх шкіри. Відділяють дрібні шматочки тканин скальпелем або коркобуром. Для отримання калусу, експланти кладуть на тверде поживне середовище лицьовою стороною вниз.

2.2. Характеристика поживних середовищ для культивування

Aloe vitro

Ключовою складовою будь-якого живильного середовища є мінеральні солі. Вони містять необхідні для росту рослин макро- (калій, азот, кальцій, фосфор, сірка, магній) та мікроелементи (цинк, залізо, марганець, мідь, бор, натрій, молібден, кобальт, нікель, хлор). Також живильні середовища багаті на вітаміни, вуглеводи, амінокислоти та різноманітні фізіологічно активні компоненти.

Найважливіше завдання під час підготовки поживного середовища для культивування рослинних тканин *in vitro* полягає у встановленні ідеальної концентрації іонів та їхнього збалансованого співвідношення. Найчастіше макро- і більшість мікроелементів підсипають у поживне середовище у вигляді солей. Кожна розчинна сполука солі, в будь-якому середовищі, розпадається на два протилежно заряджених іони: негативний аніон та позитивний катіон. Рослинні клітини поглинають калій, кальцій та магній у формі катіонів K^+ , Ca^{2+} і Mg^{2+} . Азот проникає у клітину у формі іонів NO_3^- або NH_4^+ , фосфору – $H_2PO_4^-$ і HPO_4^{2-} , сірки – SO_4^{2-} [2, с.10].

Азот (N) міститься у рослині майже повністю у відновленій формі. Найчастіше домінуючим компонентом у поживних середовищах є нітрат-іони. Ефективне поглинання нітратів здійснюється в кислому середовищі; цей процес супроводжується виділенням рослиною аніонів, що призводить до нейтралізації кислотності середовища. І навпаки, при поглинанні амонію клітинами, середовище закисляється за рахунок виділення протонів (H^+). Як правило, рН свіжого середовища становить 5,4-5,8. Якщо в середовищі одночасно наявні іони амонію і нітратів, то амоній активно поглинається на початку процесу, внаслідок чого кислотність середовища різко зростає до показника рН 4,2-4,6. За таких обставин припиняється поглинання амонію, натомість активізується засвоєння нітратів, що призводить до зростання рН. Використання азоту для синтезу органічних сполук нерозривно пов'язане з процесами всмоктування його культурою тканин та клітинним ростом. За

умови достатньої кількості легкодоступного азоту, процес диференціації культивованих клітин уповільнюється. При зменшенні кількості азоту починається виробництво сполук без азоту на основі фенілпропанів (наприклад, лігніну), що пов'язано, головним чином, з поділом клітин та утворенням елементів провідної системи. А у середовищі, насиченому іонами амонію, спостерігається стрімкий синтез білків та амінокислот завдяки активному утворенню вуглеводневих сполук. В таких умовах пагони демонструють надмірну гідратацію.

Для стимуляції ембріогенезу та посилення росту зародків, крім нітратів та амонію, до середовища часто вводять амінокислоти. Ефективність амінокислот помітно зростає в розчинах з низьким вмістом солей (середовища Хеллера, Уайта, Ніча), тоді як у середовищах з високою концентрацією солей, таких як Мурасіге-Скуга (MS), де спостерігається значний вміст амонію (NH_4^+) та нітратів (NO_3^-), їх дія практично зникає. Поглинання амінокислот із зовнішнього середовища призводить до зменшення рН, подібно до процесу всмоктування іонів NH_4^+ . Найчастіше у середовищах застосовують гліцин (2 мг/л) і комплекс амінокислот, що утворюються при кислотному або ферментативному розщепленні лактальбуміну або казеїну.

Серед амідів, які додають до поживних середовищ, переважають сечовина, алантоїнова кислота і алантоїн. Сечовину можна використовувати як єдине джерело азоту для рослин в пробірці, але вони будуть рости повільніше, ніж якщо їм давати нітрати або амоній. Після кількох пасажів на сечовинному поживному середовищі спостерігається зростання активності уреазу в тканинах. Однак під час перетворення сечовини, як і інших відновлених азотистих сполук, утворюється зайва кількість іонів водню, через що сечовина, на відміну від амонію, ефективніше нейтралізує підвищену кислотність середовища. Якщо в середовищі присутні одночасно нітрати і сечовина, то перевагу віддають нітрат-іонам.

Фосфор (P) є важливим компонентом нуклеїнових кислот, які беруть участь у синтезі білків та інших життєво важливих сполук. Він також входить

до складу молекул, що забезпечують енергією всі процеси в клітині. Культура засвоює фосфатні сполуки як цілком окислений ортофосфат (PO_4^{3-}). Поглинання фосфатів є енергоємним процесом, який вимагає енергетичних витрат в процесі дихання.

Фосфор у живильних субстратах представлений солями калію і натрію моно- і дигідрогенфосфатів. Рослини найшвидше поглинають іони моновалентного H_2PO_4^- при значенні рН нижче за 7, а для фосфатів (HPO_4^{2-}) – рН 4 [2, с.11].

Калій (K). Ключовою фізіологічною функцією катіонів калію всередині клітини є нейтралізація негативного заряду органічних та неорганічних аніонів. Калій легко проходить через клітинні оболонки, швидко вступаючи у взаємодію з органічними аніонами. Завдяки цьому він одночасно підтримує водний баланс і кислотно-лужний стан середовища. В інтактній рослині калійні іони проводять аніони по судинах ксилеми. Для більшості ферментів K^+ є необхідним каталізатором, який активує їхню дію шляхом зміни просторової структури білкової молекули. При дефіциті калію в середовищі спостерігається гіпергідратація і знижується абсорбція фосфатів. Як правило, кількість іонів калію і нітратів у середовищах підтримується на сталому рівні. Значно збільшується необхідність у іонах калію на етапі переходу до органогенезу.

Як правило, **натрій (Na)** не є необхідним для нормального росту рослин. Виняток становлять солевитривалі культури, які здатні використовувати натрій для підтримання водного балансу в клітинах.

Магній (Mg). Магній відіграє найважливішу фізіологічну роль у рослині, оскільки він є невід'ємною складовою молекули хлорофілу і необхідний для активності більшості ферментів, таких як ДНК- і РНК-полімерази та АТФ-аза. Іони Mg^{2+} , так само як і K^+ , завдяки своїй рухливості, ефективно нейтралізують аніони та органічні кислоти. У поживних середовищах концентрація магнію є досить низькою. Магній присутній у поживному середовищі у формі MgSO_4 , який одночасно є виключним джерелом як Mg^{2+} , так і SO_4^{2-} [2, с.11].

Сірку (S) рослини поглинають переважно у вигляді сульфат-іонів (SO_4^{2-}), проте вона також присутня у складі органічних сполук у вигляді відновлених тіолових ($-\text{S}$), сульфідних ($-\text{SH}$) або дисульфідних ($-\text{S}-\text{S}-$) груп. Вона контролює у рослинній клітині будову білків через утворення містків $\text{S}-\text{S}$. Амінокислотами, які включають у себе сірку є цистеїн, цистин та метіонін. Сульфгідрильні групи є, по-перше, активними центрами певних ферментів, а по-друге, лігандами, які координують іони заліза, цинку та міді до та білків й ферментів. Недостатня кількість сірки ускладнює синтез білків, що проявляється в крихкості та тонкості стебел рослин.

Кальцій (Ca). Іони кальцію є внутрішньоклітинними посередниками, які відіграють головну роль у передачі та посиленні зовнішніх сигналів у клітину. Ca^{2+} здатний об'єднувати біологічні компоненти, а також є ключовим елементом, що визначає властивості та будову клітинних оболонок. На думку багатьох вчених, кальцифікація укріплює клітинну стінку, і тому посилює стійкість до збудників хвороб. Іони Ca^{2+} також беруть участь у процесах морфогенезу, зокрема морфогенезі *in vitro*. Крім того, вони необхідні для передачі сигналів фітогормонів, таких як цитокініни та ауксини.

Хлор (Cl). Іони хлору (Cl^-) відіграють життєво важливу роль у розвитку рослинних тканин. Їхня головна функція – підтримання внутрішнього тиску в клітинах, а також стабілізація концентрації інших рухливих іонів – калію (K^+), натрію (Na^+) та магнію (Mg^{2+}). Більшість видів рослин добре витримує досить високі концентрації хлору, але є й такі, які надмірно чутливі до нього, а надлишок хлору може спричинити гіпергідратацію, тому його обмеження в середовищі може запобігти появі цих симптомів у регенерантів [2, с.12].

Мікроелементи є складовими більшості поживних середовищ. Найчастіше застосовують комбіноване живильне середовище, що поєднує елементи систем Гамборга (B5) та Мурасіге-Скуга (MS). Аналогічно до макроелементів, для успішного вирощування та формування певних видів рослин потрібно ретельно підбирати оптимальне поєднання мікроелементів або визначати їх найкращу концентрацію в кожному конкретному випадку.

Марганець (Mn) – ультрамікроелемент, який неодмінно міститься у більшості поживних середовищ. Ключова біологічна функція цього елемента полягає в тому, що він є частиною металопротеїнів, задіяних у процесах фотосинтезу й дихання. Марганець (Mn) необхідний для нормального функціонування таких ферментів як кіназ, дегідрогеназ, оксидаз, декарбоксилаз та супероксиддисмутаза. Крім того, цей елемент відіграє ключову роль у підтриманні структури хлоропластів.

Цинк (Zn) є компонентом багатьох ферментних систем. Серед них РНК- і ДНК-полімерази, та ензим, що будує триптофан – початкової речовини для утворення ІОК, тому вміст ауксину в рослинах тісно пов'язаний з доступністю цинку.

Бор (B), як життєво необхідний елемент, стимулює активне ділення клітин у зонах росту рослин. Його ключова роль полягає в участі в синтезі азотистих сполук, що є будівельним матеріалом для РНК. Бор активізує процеси синтезу лігніну і перетворення фенольних сполук, виступаючи кофактором ферментативної реакції. Цей мікроелемент, за твердженням деяких дослідників, укріплює природні металохелати, які забезпечують життєдіяльність і будову клітинної стінки й мембран.

Мідь (Cu) входить до складу ферментів, які беруть участь в окисно-відновних процесах, пов'язаних з використанням кисню в метаболічних реакціях, каталізуючи окиснення фенольних сполук. Мідь міститься і у пластоціаніні, барвнику, який є необхідним для процесу переміщення електронів.

Молибден (Mo) теж входить до складу багатьох ферментів, зокрема нітрогенази та нітратредуктази, які необхідні для засвоєння азоту живими організмами.

Кобальт (Co) є необхідним компонентом вітаміну B₁₂, або кобаламіну, а також входить до складу більшості поживних середовищ для вирощування клітин. Інколи він спонукає до швидшого росту калусів у певних однодольних рослин. Крім того, існує думка, що кобальт здатний захищати організм від

токсичного впливу металохелатів та пригнічувати окиснювальні процеси, які запускають іони заліза і міді.

Нікель є складовою частиною ензиму уреазы, завдяки якому відбувається перетворення сечовини в аміак. Існує припущення, що сприятливий вплив іонів йоду зумовлений їхніми окисно-відновними властивостями.

Залізо відіграє ключову роль у реакціях окиснення-відновлення в рослинних клітинах, зокрема в хлоропластах, пероксисомах та мітохондріях. Даний елемент присутній в амінолевуліновій кислоті, а також у протопорфіриногені – сполуках, що передують утворенню хлорофілу. Він також входить до складу ферредоксину – носія електронів під час фотосинтезу. Залізо є життєво важливим компонентом для живильних середовищ. В багатьох сучасних сумішах присутнє залізо в хелатній формі з ЕДТА (етилендіамінтетраацетатом).

Вуглеводи. Для успішного розмноження в умовах *in vitro* ізольованих фрагментів рослин, живильне середовище має містити джерело вуглецю. З цією метою для більшості культур тканин застосовують цукрозу. Відомим є той факт, що в процесі промислового мікроклонального розмноження рослин середовище доповнюють звичайним білим рафінованим цукром. У процесі культивування ізольованих кореневих систем найчастіше використовують такі цукри, як фруктоза і глюкоза.

Фітогормони. Регуляторами росту рослин виступають фітогормони, які керують усіма процесами розвитку та збільшення рослини. Для успішного культивування тканин і органів рослин *in vitro* необхідно додавати до живильного середовища екзогенні регулятори росту, а також морфогенез рослин. Здебільшого використовуються синтетичні аналоги фітогормонів цитокінінів та ауксинів, а також гібереліни й абсцизова кислота природного походження [2, с.12].

Ауксини. Для індукції поділу клітин та дедиференціації структур первинного експланта в живильному середовищі необхідні ауксини. Під їхнім

впливом тканини перепрограмовуються на меристематичний розвиток, який потім можна скеровувати за допомогою інших комбінацій регуляторів росту до різних типів морфогенезу – утворення ембріодів або пагонів. Існує велика кількість синтетичних похідних ауксинів, зокрема: ІОК (індолілоцетова кислота), ІМК (індолілмасляна кислота), 2,4-Д (2,4-дихлор-феноксиоцетова кислота), НОК (2-нафтилоцетова кислота), 4- хлорфеноксиоцетова кислота, фенілоцетова кислота, 4,5-Т (4,5- трихлорфеноксиоцетова кислота), 2-метил-4-хлорфеноксиоцетова кислота, 3,6-дихлоранісова кислота (2-дікамба), піклорам (4-аміно-3,5,6-трихлорпіколінова кислота) та ін.

Ауксини – найефективніші рослинні гормони для стимулювання коренеутворення. Втім, вибір ауксину залежить від поставленої мети. Фітогормони ауксиноподібної природи по-різному впливають на різноманітні фізіологічні процеси (спонукання до утворення органів та зародків, активація меристематичної здатності вже диференційованих тканин, стимулювання розвитку пагонів чи коренів), а також на представників різних видів рослин.

Найчастіше, для ініціації процесів калусоутворення і морфогенезу, а також для вирощування меристем на поживних середовищах, використовують ІОК, ІМК, НОК та 2,4-Д. Штучну ІОК використовують для стимулювання морфогенезу, утворення калусу, культивування пагонів і меристем. ІМК та НОК додають до поживних середовищ для вкорінення культивованих пагонів, 2,4-Д використовують для індукції калусу та стимулювання росту суспензійних культур. Використання 2,4,5-Т обмежується вузьким колом завдань: індукцією непрямого ембріогенезу в однодольних та стимуляцією росту недиференційованої тканини (калусу). Аби спровокувати утворення калусу в рису та пшениці (представників однодольних) — широко використовують фенілоцетову кислоту і дікамбу [2, с.15].

Стимулятори росту рослин, *цитокиніни*, демонструють максимальну активність при використанні на тканинних культурах, де вони, спільно з ауксинами, ініціюють клітинний поділ та формування тканин і органів. Застосування цитокинінів до непошкоджених рослин помітно стимулює

утворення білків. Ці фітогормони є найефективнішими для активізації росту нових пагонів.

Цитокініни в рослині утворюються переважно в верхівках коренів, зокрема в клітинах сплячої зони, у клітинах камбію, а також у верхівкових бруньках пагонів. Переміщаються утворені в корінні цитокініни по ксилемі до інших органів рослини.

Поширеними стали природні цитокініни: дигідрозеатин, кінетин, NN-дифенілсечовина (кокосове молоко); зеатин, 6-БАП (6-бензламінопурин).

Гібереліни. Основна фізіологічна функція гібереліну полягає в прискоренні росту стебла (або його подовженні), стимулюванні утворення плодів, викликанні цвітіння, ініціюванні синтезу з нуля L-амілази та мальтози, а також модифікації активності ферментів.

Абсцизова кислота (АБК) – це природний стимулятор росту, який визначає період спокою насіння та бруньок, а також гальмує розм'якшення і закислення клітинної стінки, що є необхідною умовою для росту, бере участь у контролі закривання продихів і призупиняє ріст калусів. Навіть незначна кількість АБК (0,01 – 1 мг/л.) здатна активізувати процеси морфогенезу у переважній більшості рослинних організмів. Переважно це стимулювання утворення додаткових бруньок на фрагментах вегетативних органів, а також активізація процесу ембріонального розвитку.

Етилен. Під час вирощування ізольованих рослинних тканин, клітин та органів спостерігається виділення етилену ($\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$). Зростання його вироблення посилюється під дією стресу та з віком культур. Скупчення етилену в посудинах спонукає до процесів морфогенезу та калусоутворення [2, с.13].

Поліаміни. Протягом останніх років активно досліджується роль аліфатичних сполук амінів та поліамінів у процесах росту, морфогенезу і диференціації клітин. Серед відомих представників цього класу сполук можна назвати путресцин (діамін), спермін (тетраамін), а також спермідин (тріамін). Фізіологічне значення поліамінів визначається їхніми характеристиками.

Будучи катіонами, ці іони легко вступають у зв'язки з негативно зарядженими групами білкових та нуклеїнових молекул. Внаслідок утворення комплексів з поліамінами ДНК і РНК набувають більшої стійкості до ферментів, що руйнують нуклеїнові кислоти, та високих температур, одночасно посилюючи процеси реплікації і транскрипції. Їхній ефект за деяких умов схожий на функцію катіонів K^+ , Mg^{2+} і Ca^{2+} при стресі.

Органічні кислоти. Існування органічних кислот у середовищі має позитивний вплив, особливо при застосуванні кислот, що входять до циклу трикарбонових кислот (циклу Кребса). Органічні кислоти у поживних сумішах можуть стабілізувати кислотність середовища (рН), утворювати комплекси з металами та служити джерелом поживних речовин.

Знайшли широке застосування такі органічні кислоти як: яблучна, лимонна, бурштинова, малінова, малеїнова.

Вітаміни є необхідними складовими поживних середовищ для культивування тканин, оскільки ізольовані тканини та клітини втрачають здатність до їхнього синтезу. Як правило, використовують тіамін (B_1), рибофлавін (B_2), пантотенову кислоту (B_5), піридоксин (B_6), нікотинову кислоту (ніацин) та мезоінозитол [2, с.14].

Значення *тіаміну* полягає в його участі у біосинтезі амінокислот і метаболізм вуглеводів.

Присутність *рибофлавіну* підсилює позитивні зміни в рості пагонів, водночас гальмуючи процес калусогенезу.

Пантотенова кислота є необхідним компонентом для розвитку клітинних культур окремих сортів.

Більшість середовищ містить *піридоксин*, фосфорний естер якого є складовою частиною ферментів, що відповідають за реакції декарбоксілювання та переамінування амінокислот.

Нікотинова кислота в амідній формі є складовою частиною дегідрогеназ, ферментів, що каталізують відщеплення водню від окиснюваних сполук.

Мезоінозитол присутній у більшості поживних середовищ, його часто відносять до вітамінів; він концентрується переважно в екстракті дріжджів, а в агарі міститься лише в незначних кількостях. В рослинних організмах мезоінозитол присутній як складова частина фосфатидилінозитулу – жироподібного з'єднання, що входить до складу клітинних мембран.

Компоненти невідомого складу. Серед невідомих за складом компонентів, які досі використовують для прискорення розвитку, формування органів і накопичення біологічно активних сполук, знаходимо *екстракт картопляних бульб, дріжджовий екстракт та кокосове молоко.*

Субстанції, що сприяють утворенню твердого середовища. Найпоширенішим є агар, що являє собою полісахарид з морських водоростей. В наш час доступна велика кількість очищеного від домішок агару у вигляді порошку, зокрема «Bacto», «Difco», «Purified», «Noble» тощо.

Протягом останніх років дослідники активно займаються пошуком альтернатив агару. Наприклад, для розмноження пиляків ячменю в живильне середовище вносять 5% крохмалю, а для вирощування протопластів – додають агарозу, Гелрїт та Фїтогель (комерційний аналог агару).

Підготовка живильних середовищ. На сьогоднішній день існує значний асортимент розроблених поживних середовищ різноманітного складу, серед яких найпоширенішими є модифікації середовищ Кнопа, Уайта, Хеллера, Готре та Мурасіге-Скуга. Так, необхідний мінеральний склад середовища визначають саме основні фізіологічні вимоги рослин. Він є незмінним, може змінюватися лише вміст фітогормонів, вітамінів та амінокислот. Найчастіше застосовують середовище MS, яке забезпечує оптимальне співвідношення поживних елементів, що сприяє розвитку ізольованих тканин більшості рослин [2, с.14].

Маточні розчини макроелементів. Для зручності роботи та економії часу рекомендується попередньо приготувати концентровані розчини макроелементів місткістю 0,5 – 1 л. Концентрація солей у цих розчинах

повинна бути в 20 разів більшою за необхідну для використання. Для запобігання утворення осаду, солі кальцію виготовляють окремо.

Маточні мікроелементів створюють у значно більших концентраціях ніж потрібно, розраховуючи таким чином, аби в 1 мл маточного розчину містилася кількість речовини, достатня для приготування 1 літра кінцевого розчину.

Усі подібні концентровані розчини зберігають у ємностях із темного скла при температурі від 2 до 4°C у холодильнику протягом максимум 4-6 тижнів. Суміші вітамінів та стимуляторів росту виготовляють в пропорції 1 міліграм діючої сполуки на 1 мілілітр розчину. Спочатку цитокініни розчиняють в кількох краплях 1,0 н лугу, а ауксини – в етиловому спирті, після чого розчини доводять дистильованою водою до бажаного об'єму.

Насичені суміші органічних сполук тримають у холодильнику за температури – 20°C.

Дріжджовий концентрат, цукри, молочний білок і амінокислоти додають в потрібній кількості під час приготування живильного середовища

Реакція середовища – вирішальний показник придатності певного середовища для розвитку рослин, і агрегатного стану цього середовища, адже рослини ростуть і розвиваються за рН 5,5, тому що за кислішої реакції середовище зостанеться в рідкому стані, бо агар не є активним за цих умов. Регулювання рН здійснюють шляхом введення 1н HCl або ж 1н NaOH до необхідного значення [2, с.15].

Розчинник. Дистильована вода є незамінним розчинником для створення поживних середовищ.

РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВВЕДЕННЯ *ALOE VITRO* В *IN VITRO*

В роботі ми орієнтувалися на традиційні для сукулентних рослин принципи відбору первинних експлантів (Черевченко, та ін., 2008). З цією метою, зазвичай, залучають меристематичні тканини центрів росту або ростучі тканини з різних частин вегетативної сфери. Для цього використовують як тканини генеративних рослин, так і сіянців, отриманих в асептичних умовах або зародки насіння.

Принциповим моментом, який визначає успіх усієї процедури є добір материнських рослин з метою відбору інтактного рослинного матеріалу для стерильної культури. Бажано, щоб вихідні рослини не були ушкоджені грибними, бактеріальними і вірусними хворобами. Перед процедурою введення рослини мають утримуватися в оптимальних для них умовах, та бути в активній фазі росту, що в подальшому сприятиме кращій адаптації ізольованих тканин до стерильної культури. Не бажано відбирати рослинний матеріал з рослин, які знаходяться в фазі відносного або повного спокою чи готуються перейти до нього.

Для знезараження вихідних експлантів використовують загальноприйняті методики. Проте часто внутрішнє зараження ендofітними мікроорганізмами вихідних експлантів буває набагато більш інтенсивним, ніж поверхнєве, тому експланти попередньо обробляються фунгіцидами й антибіотиками проти грибної і бактеріальної інфекцій. Добрі результати дає обробка рослинного матеріалу бензоатом натрію.

Для забезпечення максимальної генетичної стабільності клонованого матеріалу та з метою уникнення появи аномальних рослин, як вихідні експланти використовують молоді тканини які ще остаточно не закінчили процедуру диференціювання. З цією метою найпридатнішими є апікальні та бічні (пазушні) бруньки стебла чи кореневища, півхові частини сидячих листків та інші тканини з активними меристематичними ділянками. Ми використовувати молоді листки, пазушні та апікальні бруньки.

Представники роду *Aloe L.* (підродина *Asphodelaceae*), в основному походять із посушливих районів Африки та о. Мадагаскар. Рід нараховує понад 500 видів і у своїй більшості це багаторічні трав'янисті рослини з довгими гладкими м'ясистими листками, вкритими по краю шипами та зближеними меживузлями. У генеративних рослин в період цвітіння термінальна брунька пагону формує складне суцвіття. Листки сидячі, в пазусі кожного листка розташовується спляча брунька, котра в разі необхідності, може зайняти місце термінальної та сформувати основний пагін.

Виходячи із зазначеного, потенційно, як первинні експланти ми розглядали термінальні та пазушні меристеми пагону та, власне, листові пластинки генеративних рослин (рис. 3.1).



Рис. 3.1 Зовнішній вигляд та структура типової, генеративної рослини *Aloe cv. «vitro»* використаної в роботі при відборі первинних експлантів.

A – надземна та підземні частини рослини; *B* – типова листова серія генеративної рослини - сидячі листки всіх формацій; *V* – стебло рослини з розташованими на ньому пазушними та термінальною бруньками використаним в роботі.

Як було зазначено в методичній частині, в якості основних стериліантів в роботі ми використовували в різних експозиціях спирт етиловий (96%); Timerosal (Sigma), 0,01%; розчин хлорного вапна (10%) та H₂O₂, 10% (рис. 3.2). Варіанти стерилізації рослинного матеріалу та їх успішність подано в табл. 3.1.

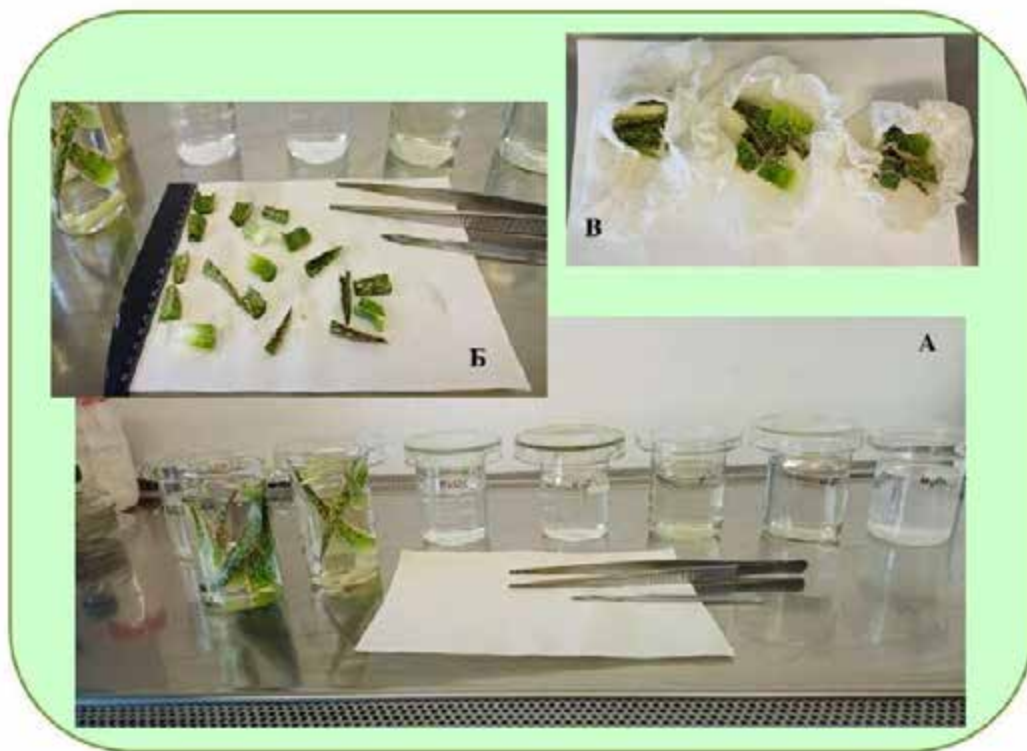


Рис. 3.2 Етапи стерилізації рослинного матеріалу *Aloe* cv. «*vitro*».

А – загальний вигляд набору водних розчинів стериліантів та інструментарію в ламінарному боксі; *Б* – інтактний рослинний матеріал на робочому столі зі стерильного фільтрувального паперу; *В* – листові експланти *Aloe* cv. «*vitro*» в марлевих контейнерах по закінченні процедури стерилізації.

Для визначення оптимального варіанту стерилізації рослинного матеріалу *Aloe* cv. «*vitro*» нами було реалізовано декілька послідовних варіантів застосування стериліантів. Як можемо бачити із наведених в таблиці даних, найбільш вдалим у нашому випадку виявився перший варіант стерилізації. За таких умов отримання первинних стерильних експлантів

(рис. 3.3) ми мали змогу повністю позбутися від бактеріального інфікування, а прояви грибного зараження були поодинокими.

Таблиця 3. 1.

Варіанти стерилізації первинних експлантів *Aloe cv. «vitro»*

№ п/п	Назва та послідовність стериліанту	Експозиція, хв (варіант 1)	Експозиція, хв (варіант 2)	Експозиція, хв (варіант 3)	Експозиція, хв (варіант 4)
1	Мильний розчин	20	15	10	5
2	Проточна вода	10	10	10	10
3	Спирт етиловий, 96%	0,6	0,6	0,6	0,6
4	Дистилят	5	5	5	5
5	Thimerosal (Sigma), 0,01%	20	15	12	10
6	*СД	10	10	10	10
7	*СД	10	10	10	10
8	Р-н хлорного вапна, 10%	8	7	6	5
9	*СД	10	10	10	10
10	H ₂ O ₂ , 10%	8	7	6	5
11	*СД	10	10	10	10
12	Частка стерильних експлантів	95%	76%	34%	12%

* - стерильний дистилят (СД)



Рис. 3.3 Первинні експланти *Aloe* cv. «*vitro*» після процедури стерилізації.

A – сегменти стебла з пазушними бруньками; *B* – термінальні, базальні та медіальні ділянки ділянки листової пластинки.

Від початку, експланти поміщали в колби Ёрленмєєра (250 мл) на агаризоване, модифіковане середовище МС (табл. 3.2). За нашим досвідом воно є найбільш збалансованим та підходить для багатьох видів сукулентних рослин. Як показує наш досвід, до середовища можна не додавати активоване вугілля, оскільки експланти виділяють назовні мінімальну кількість фенолів (рис. 4). На повний диск поверхні середовища в колбі поміщали 3-4 експланти для того, щоб у разі виявлення мікробіологічного забруднення в одного з них, решту, можна було б відібрати та зберегти для подальшої роботи.

Склад первинного живильного середовища використаного для введення експлантів *Aloe sv. «vitro»*

№	Компоненти середовища мг/л	Мурасиге- Скуга
1	2	3
1	Ca(NO ₃) ₂	---
2	KH ₂ PO ₄	170
3	K ₂ HPO ₄	---
4	NaH ₂ PO ₄	---
5	MgSO ₄ 7H ₂ O	370
6	CaCl ₂ 2H ₂ O	440
7	KNO ₃	1900
8	(NH ₄) ₂ SO ₄	---
9	NH ₄ NO ₃	1650
10	Na ₂ EDTA	74,5
11	FeSO ₄ 7H ₂ O	27,8
12	H ₃ BO ₃	6,2
13	MnSO ₄ 4H ₂ O	22,3
14	ZnSO ₄	---
15	ZnCl ₂	3,93
16	KJ	0,83
17	Na ₂ MoO ₄ 2H ₂ O	0,25
18	CuSO ₄ 5H ₂ O	0,025
19	CoCl ₂ 6H ₂ O	0,025
20	Мезо-інозит	100
21	Едамін	1000
22	Гліцин	2
23	Тіамін	0,1
24	Піридоксин	0,5
25	Нікотинова к-та	0,5
26	Гумат натрія	---
27	Пептон	---
28	БАП	---
29	ІМК	---
30	НУК	---
31	ІОК	0,1
32	Цукроза	30000
33	Активоване вугілля	---
34	Агар	8000
35	pH	5,5

Підсумовуючи отримані результати на даному етапі робіт зазначимо, що за описаних умов стерильні експланти отримані із сегментів стебла з пазушними бруньками не проявляли потенцій до утворення калусної тканини. Деякі пазушні бруньки дещо збільшувалися у розмірах, але за браком часу у межах даної роботи ми не встигли продовжити відповідні спостереження. Щодо експлантів отриманих із сегментів листових пластинок, то ми їх від початку розділили на три групи відповідно до їх походження: термінальні (верхівка листка), медіальні (середня частина листової пластинки) та базальні (нижня, піхвова частина листка). Серед зазначених трьох груп найбільші потенції до процесів калусогенезу проявляла саме остання група, тому, в подальшому роботи проводилися власне з нею.

Залежно від виду рослин, для ініціації процесів калусогенезу використовують як тверді, так і рідкі живильні середовища, В цьому контексті важливим також є положення експланту у просторі. При культивуванні на рідких живильних середовища слід враховувати оптимальне співвідношення об'єму експлантів до загального об'єму живильного середовища задля оптимізації умов освітлення та газообміну рослинних тканин. В нашому випадку ми використовували агаризовані живильні середовища – відповідно експланти мали стабільне положення у просторі, їх розташовували в горизонтальному положенні абаксіальною стороною листової пластинки до поверхні середовища.

Важливу роль процесів дедиференціації спеціалізованих тканин також відіграє температурний фактор. Експеримент відбувався в культуральному приміщенні та темновій кімнаті зі стандартними температурними параметрами параметри яких наведено в методичній частині.

Експериментальні дані про вплив світла на ріст культури калусних тканин дуже різноманітні. Відомо, що помірне освітлення може сприяти росту калусної культури, однак, найбільш інтенсивний калусогенез, зазвичай відмічають у темряві. При аналізі експериментальних даних щодо впливу світла на ріст стерильних рослинних тканин необхідно враховувати наступні обставини: 1) можлива зміна температури самої тканини при перенесенні культури на світло;

2) вплив різної інтенсивності та спектрального складу світла; 3) зміна основних потоків енергетичного обміну та тісний зв'язок цих процесів зі складом живильного середовища; 4) генезис самої тканини, зокрема наявність чи відсутність фотосинтетичних пігментів.

Зазвичай, калусні культури вирощують в темряві. Вплив світла на ріст і морфогенез хлорофілмісних тканин та тканин, що не містять хлорофіл, пов'язаний, як з продуктами фотосинтезу, так і з метаболітами інших фотохімічних реакцій. Пряме сонячне світло, зазвичай, пригнічує ріст культур і викликає некрози калусу. Тому, на практиці, отримують і нарощують біомасу калусу в темряві або на розсіяному світлі, використовуючи для цього спеціалізовані кімнати зі спеціалізованими джерелами освітлення, регулюючи оптимальну інтенсивність та спектральний склад світлового потоку.

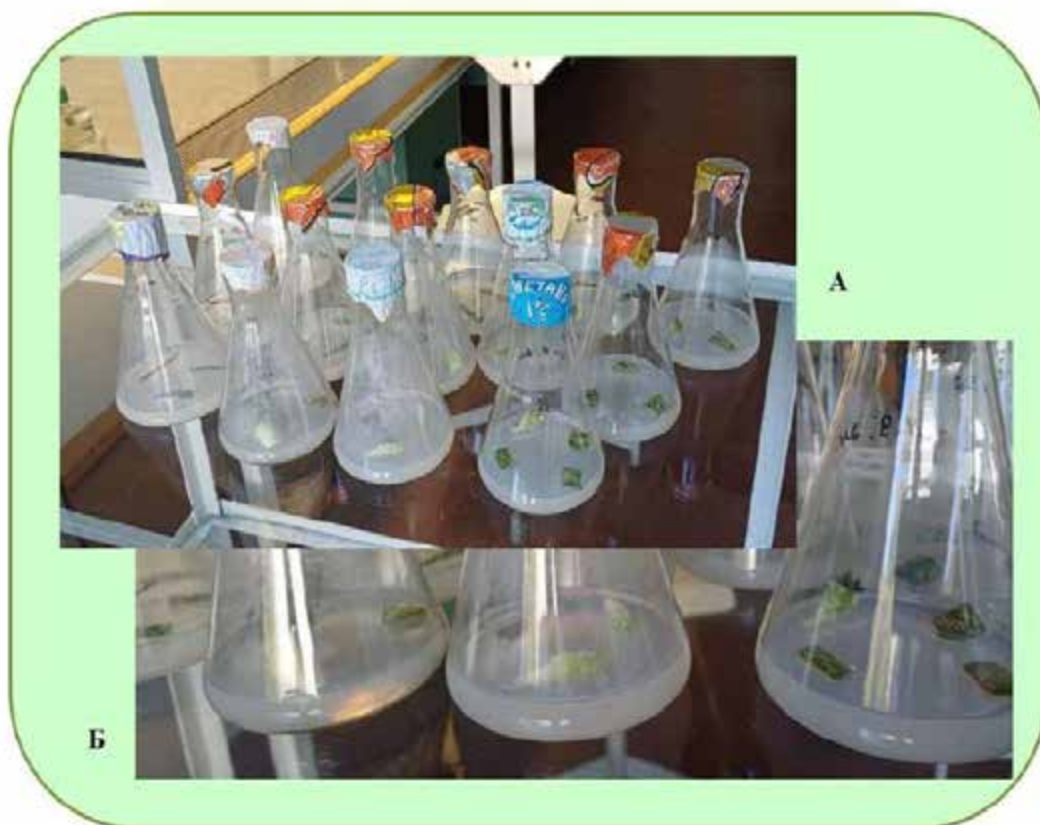


Рис. 3. 4. Листові експланти *Aloe cv. «vitro»* після процедури стерилізації на поверхні агаризованого, живильного середовища (А,Б).

Отже, на другому етапі робіт ми досліджували комплексний вплив фітогормонального складу живильного середовища та освітлення на процеси первинної калусної регенерації листкових експлантів. Як базовий, нами було використано наведений вище пропис середовища МС. Дослідна група експлантів була розділена на дві частини. Культивування першої підгрупи проводили в звичайних умовах культурального середовища. Експланти з другої підгрупи культивували за тих самих умов, але без світла (табл. 3. 3).

Таблиця. 3.3

Комбінований вплив фітогормонів та світла на процес утворення первинного калусу в стерильній культурі тканин *Aloe cv. «vitro»*

2,4-D, мг/л	БАП, мг/л	світло		2,4-D, мг/л	БАП, мг/л	темрява	
		ЧР,%	ЧМК, %			ЧР,%	ЧМК, %
---	---	0	0	---	---	10	0
	0,5	0	0		0,5	53	0
	1,0	0	0		1,0	76	12
	1,5	10	10		1,5	64	15
	2,0	11	15		2,0	57	10
0,1	---	0	0	0,1	---	13	25
	0,5	12	60		0,5	17	14
	1,0	16	65		1,0	24	37
	1,5	0	0		1,5	38	28
	2,0	0	0		2,0	69	54
0,5	---	0	0	0,5	---	0	0
	0,5	8	23		0,5	13	25
	1,0	11	18		1,0	15	16
	1,5	0	0		1,5	0	0
	2,0	0	0		2,0	0	0
1,0	---	0	0	1,0	---	0	0
	0,5	0	0		0,5	11	0
	1,0	0	0		1,0	0	0
	1,5	0	0		1,5	0	0
	2,0	0	0		2,0	0	0

ЧР – частота регенерації – кількість конгломератів калуса, що утворилися на первинних експлантах (загальне число експлантів – 100%); ЧМК – частка морфогенного калуса (середня кількість конгломератів твердої калусної тканини (по відношенню до загального числа конгломератів калуса) потенційно здатна до подальшої регенерації.

Аналізуючи дані наведені в табл. 3.3 можемо бачити, що процеси первинного калусогенезу в стерильній культурі тканин *Aloe cv. «vitro»* достовірно обернено залежні від наявності світла. Світло значно пригнічує калусогенез, однак, за його присутності, відносна частка морфогенного калусу, потенційно здатного до подальшої регенерації більша ніж у темряві (рис. 3.5). Хоча, якщо оперувати абсолютними величинами, то оскільки інтенсивність процесів калусоутворення в темряві значно вища, то і об'єм здатного до подальшого органогенезу калуса також більший.

За умов культивування в світловій кімнаті найбільш придатною виявилася комбінація живильного середовища МС із додаванням 0,1 мг/л 2,4-D, та 1 мг/л БАП, тоді як за умов затемнення найкращі результати отримано на живильному середовищі МС із додаванням 0,1 мг/л 2,4-D, та 2 мг/л БАП.

Отже, нашими дослідженнями показано, що за однакових умов культивування на модифікованому прописі середовища МС вирішальну роль на процеси дедиференціювання та подальшого калусогенезу справляє гормональна композиція живильного середовища. У всіх варіантах досліджу нами було відмічені подібні тенденції, різниця полягала лише у кількісних характеристиках. Так, нами встановлено, що на середовищі з 0,5 мг/л 2,4-D та 1мг/л БАП і вище, процеси калусогенезу були пригнічені як за умов освітленості так і в темряві. Зі зменшенням концентрації 2,4-D до 0,5 мг/л – 0,1 мг/л частота калусогенезу та частка морфогенного калусу на світлі і в темряві достовірно зростала.



Рис. 3.5. Процеси первинного калусогенезу на базальних листкових експлантах в стерильній культурі тканин *Aloe* cv. «*vitro*».

А – за умов освітлення; *Б* – без доступу світла.

В результаті проведених робіт було визначено найбільш оптимальні експланти для отримання культури *Aloe* cv. «*vitro*», відпрацьовано процедуру стерилізації інтактного матеріалу та отримано стерильну калусну культуру цього цінного культивару *Aloe*. Підбрано умови та прописи живильних середовищ для отримання їх первинного калусу. Встановлено, що для представників даного таксону, світло/або його відсутність і орієнтація експланту у просторі є визначальними факторами у процесах утворення первинного морфогенного калусу. В подальшому процеси калусоутворення відбуваються паралельно із процесами гомогенезу. Визначено умови які дають змогу успішно індукувати формування морфогенного калусу та ініціювати подальші процеси геморизогенезу в умовах стерильної культури. Встановлено, що визначальним при ініціації процесів органогенезу за умов

стерильної культури є фітогормональний баланс середовища. Показано, що високі концентрації 2,4-D можуть уповільнювати або взагалі пригнічувати процеси утворення калусних тканин. Визначено оптимальні концентрації композицій фітогормонів для отримання найбільшої кількості конгломератів морфогенного калусу.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що для отримання стерильної культури в якості первинних експлантів *Aloe* cv. «*vitro*» можна використовувати апікальні та пазушні бруньки різних ділянок пагону. Це також можуть бути як висічки з піхвової (базальної) частини листка рослини так і меристеми пазушних та апікальних бруньок стебла.

2. В результаті проведених робіт, експериментальним шляхом було опрацьовано схему знезараження інтактного матеріалу. В нашому випадку схема стерилізації була наступна: мильний розчин (20 хв); проточна вода (10 хв); етиловий спирт (96%) – 0,6 хв; дистильована вода (5 хв); Thimerosal (0,01%) - 20 хв; СД – 10 хв; СД – 10 хв; розчин хлорного вапна (10%) – 8 хв; СД – 10 хв; H₂O₂ (10%) - 10 хв; СД – 10 хв. За таких умов, послідовності та експозиції стериліантів ми отримували 95% чистого вихідного рослинного матеріалу.

3. Показано, що на перших етапах отримання стерильної культури може бути використано базовий пропис середовища Мурашиге-Скуга.

4. Встановлено, що визначальним при ініціації процесів органогенезу за умов стерильної культури є фітогормональний баланс середовища у поєднанні зі збалансованим світловим потоком.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алое [електронний ресурс]. URL: <https://asterias.od.ua/74-aloe-doglyad-v-domashnikh-umovakh-peresadka-i-rozmnozheniya-vidi.html> (дата звернення: 19.07.2024).
2. Андреева В. В., Бортнік Т. П., Рибак Ю. Л., Шепелюк М. О. Біотехнологія: методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 091 «Біологія». Луцьк, 2022. 47 с.
3. Андреева Н. Г. Суккуленты и их секреты: справочная литература. Киев: Софія-А, 2007. 96 с.
4. Буренков А. А. Кактусы в гостях и дома. Феникс, 2007. 472 с.
5. Вікіпедія: алое [електронний ресурс]. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D0%BE%D0%B5> (дата звернення: 27.08.2024).
6. Гайдаржи М. М. Життєві форми і онтоморфогенез сукулентних рослин : дис. ... д-ра біол. наук : 03.00.05 / Гайдаржи Марина Миколаївна; Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка. К., 2009. 335 с.
7. Гайдаржи М. М., Нікітіна В. В., Баглай К. М. Сукулентні рослини (анатомо-морфологічні особливості, поширення й використання): навч. посіб. Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. К. : Київ. ун-т, 2011. 175 с.
8. Гайдаржи М. М., Нікітіна В. В., Баглай К. М. Сукулентні рослини. К., 2002. 46 с.
9. Дорошенко Т. Н. Суккуленты. Харків : Фолио, 2008. 221 с.
10. Лановенко О. Г., Остапішина О. О. Сукуленти // Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад.. Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. 168 с.
11. Рой Маккалистер. Все о суккулентах. Санкт-Петербург: ООО «СЗКЭО» Кристалл", 2007. 208 с.
12. Стивен Хаммер. Литописы – богатство дикой природы (Обзор рода Lithops N.E.Br.): «Британское общество любителей кактусов и других суккулентов», 2002. 176 с.

13. Цвѣткова М. Нова енциклопедія кімнатних рослин. Найповніша інформація для всіх: початківців, впевнених у собі, досвідчених квітників. Харків : Школа, 2013. 173 с.
14. Широбокова Д. Н., Нікітіна В. В., Гайдаржи М. М., Баглай К. М. Кактуси та інші сукулентні рослини. К. : Українські пропілеї, 2003. 110 с.
15. Ahmad S. et al. Morphogenetic effect of NAA (1-naphthalene acetic acid) on in-vitro regeneration of Aloe vera. *Biol. For. – Int. J.*, 2022, 14(1), 451-454.
16. Ahmad S. et al. Relative efficacy of different culture media for in-vitro regeneration of Aloe vera. *Agricult. Mechan. Asia*, Jun. 2022, 53(6), 8411-19.
17. Al-Obaidi H.K.M. et al. In vitro technique for heavy metal, cobalt tolerance in Aloe vera callus. *Ind. J. Foren. Med. & Toxic.*, Apr.-Jun. 2020, 14(2).
18. Atteya A.K.G. et al. Impact of in vitro propagation on chemical composition of Aloe vera plants. *Middle East J. Agricult. Res.*, Apr.-Jun. 2021, 10(2).
19. Bai Y. et al. A new biomaterial derived from Aloe vera – acemannan from basic studies to clinical application. *Pharmaceut.*, 2023, 15, 1913.
20. Balch E. P. M. In Vitro Propagation of *Pelecypora Aselliformis* Ehrenberg and *P. strobiliformis* Werdermann (Cactaceae). / E. P. M. Balch, C. A. D. Figueroa // *In Vitro Cellular & Developmental Biology. Plant.* Jan. - Feb., 2002. Vol. 38, No.1. p. 73-78.
21. Balch E. P. M. Micropropagation of 21 species of Mexican cacti by axillary proliferation. / E.P.M. Balch, M.E.P. Reyes, E.V. Amador, et al // *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant.* April 1998. Volume 34, Issue 2. p. 131–135.
22. Boke N. H. Developmental Morphology and Anatomy in Cactaceae. / N. H. Boke // *BioScience*. September 1980. Volume 30, Issue 9, 1. p. 605–610.
23. Catalano A. et al. Aloe vera - An extensive review focused on recent studies. *Foods*, Jul. 2024, 13, 2155.
24. Chowdhury T. et al. Response of Aloe vera to inorganic and organic fertilization *Bulg. J. Agric. Sci.*, 2020, 26(2), 346–54.

25. Ciano G.S.O.S. et al. Biotechnological alternative for the seedlings production of Aloe vera L. *Ensaios e Ciência*, 2023, 27(1), 42–48.
26. Gratton J. In Vitro Propagation of Succulent Plants. / J. Gratton, F F. Michael // Plant Cell Culture Protocols. vol. 111. pp. 135-140.
27. Gul Z. et al. Response of Aloe vera growth and gel production to organic manures and irrigation intervals. *J. Innov. Sci.*, 2023, 9(1), 144-153.
28. Hamdeni I. et al. Aloe vera leaf gel, a new approach to enhance plant tissue culture. *J. New Sci., Agricult. & Biotechn.*, 2021, 82(4), 4786-90.
29. Hassan H.M.S. et al. Utilization of Aloe vera gel as growth enhancer on micropropagation of Eucalyptus ... *Sci. J. Flow. & Ornam. Plants*, 2021, 8(1), 55-63
30. Heidrun E. K. Hartmann. *Aizoaceae / Illustrated handbook of succulent plants*. 2 nd edition. Berlin: Springer, 2017. 1312 p.
31. Jangra A. et al. Efficient Agrobacterium tumefaciens-mediated genetic transformation of Aloe vera. *PCTOC*, Jun. 2023, 1-12.
32. Keimusya R. et al. Effect of Aloe vera, wood ash, and indole-butyric acid on in-vivo macro propagation of robusta coffee stem cuttings. *Int. J. Agricult.*, 2024, 9(2), 55–67.
33. Nejatizadeh F. Effect of vermicompost and nitrogen fertilizer on the growth and production of Aloe vera. *Int. J. Plant & Soil Sci.*, 2024, 36(4), 337-345.
34. Prisa D. et al. Microbic and algae biofertilizers in Aloe barbadensis Miller. *OARJ Biol. & Pharm.*, Apr. 2021, 1(2), 1–9.
35. Rutherford C. et al. Succulent plants. A guide to CITES-listed species. 2018, 1-102.
36. Sanmukhiya M.R. et al. Aloe purpurea. Underexplored medicinal plants from Sub-Saharan Africa, 2020, 21–27.
37. Simi F. et al. Impact of fertilizer sources, both organic and inorganic, on Aloe vera. *Int. J. Multidisc. Perspect.*, 2023, 4(1), 82-86.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ



ФАКУЛЬТЕТ ЗАХИСТУ РОСЛИН, БІОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ

**ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ В ЗАХИСТІ ТА КАРАНТИНІ
РОСЛИН**

*Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції
здобувачів вищої освіти, присвяченій 126-річчю НУБіП України*

(23 квітня 2024 р.)



Київ-2024

<i>Шкрібтій В.А., Сикало О.О.</i>	
Моніторинг бур'янів у післяжнивних посівах проса звичайного.	
<i>Яковець А.С., Марковська О.Є.</i>	191

IV. СЕКЦІЯ – «БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ, ОХОРОНА ЗДОРОВ'Я»

Морфогенез <i>in vitro</i> різних генотипів коноплі (<i>Cannabis sativa</i> L.).	
<i>Абдувалієва Н., Кляченко О.Л.</i>	194
Дослідження впливу антропогенних забруднювачів на водні екосистеми методом цитостатичної реакції культури дафній (<i>Daphnia pulex</i> / Magna).	
<i>Бідунка Д. С., Нестерова Н. Г.</i>	195
Визначення чутливості фітопатогенних мікроорганізмів до мікроелементного комплексного добрива. <i>Буняк В. О., Гнатюк Т. Т., Бородай В. В.</i>	198
<i>Aloe vitro</i> та її використання в різних промислових галузях.	
<i>Вільховий С.П., Лобова О.В.</i>	200
Дослідження антигенів рослинних вірусів методом поверхневого плазмонного резонансу. <i>Воронець Д.С., Таран О.П.</i>	201
Біосинтез інсектицидних білків в рослинах для боротьби зі шкідниками.	
<i>Герасименко А.С., Прилуцька С.В.</i>	202
Фактори впливу на в'язкість молочно-кислих продуктів за використання <i>Streptococcus thermophilus</i> . <i>Гуцько Т. С., Бородай В. В.</i>	204
Вплив біологічних препаратів на життєдіяльність фітопатогенного гриба <i>Alternaria alternata</i> (fr.) Keiss.	
<i>Діхтяренко О.М., Косовська Н.А., Безноска І.В., Туровнік Ю.А.</i>	206
<i>Volvariella volvacea</i> у біотехнології: потенціал та перспективи використання.	
<i>Заварін М.А., Бойко О.А.</i>	208
Інноваційна криза в сільськогосподарській сфері України.	
<i>Зеленяк Д.О., Бородай В.В.</i>	210
Комплексне оцінювання якості і безпечності харчової продукції.	
<i>Іванова Т.Д., Коломієць Ю.В.</i>	211
Способи стерилізації шпінату для введення в умови <i>in vitro</i> .	
<i>Каченюк О. А., Лобова О. В.</i>	213
Дослідження дії гідролізату дріжджів як біологічного захисту рослин <i>Capsicum annuum</i> . <i>Качура В.Ю., Нестерова Н. Г.</i>	214
Дослідження ефективності та особливостей мікроклонування в умовах <i>in vitro</i> для розведення сортів лохини висококушової <i>Vaccinium corymbosum</i> L.	
<i>Кірей А.А., Коломієць Ю.В.</i>	217
Оптимізація біосинтезу циклічних ліпопептидів бактеріями роду bacillus.	
<i>Козлова С.О., Бородай В. В.</i>	218
Бактеріальні фітопатогени картоплі <i>Solanum tuberosum</i> L.	
<i>Кондратюк Д. О., Кваско О. Ю.</i>	221
Особливості введення в культуру <i>in vitro</i> клематиса манжурського (<i>Clematis manschurica</i> Rupr.). <i>Корнілова О.О., Кляченко О.Л.</i>	222
Особливості стерилізації вихідного матеріалу верби для введення в культуру <i>in vitro</i> . <i>Костючек О.С., Лобова О.В.</i>	225
Правові норми біологічного захисту населення, тварин і рослин.	
<i>Кривонос І. В., Піскунова Л. Е.</i>	226
Оцінка потенційної стійкості до посухи пшениці озимої <i>Triticum aestivum</i> L.	
<i>Леопова Т. Р., Дащенко А. В.</i>	228

Spyridon A. Petropoulos and Francesco Di Gioia <https://researcheurope.org/wp-content/uploads/2021/10/re>

ALOE VITRO ТА ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ В РІЗНИХ ПРОМИСЛОВИХ ГАЛУЗЯХ

Вільховий С.П., магістр 1-го року,

Науковий керівник: *Лобова О.В.*, к.б.н., доцент

*Національний університету біоресурсів і природокористування України,
e-mail: darksergiiv@gmail.com*

Алое – невибаглива рослина, не вимагає частого поливу та особливого догляду. Вона є універсальною, бо використовується у медицині, харчовій промисловості та косметології [2].

Медичне використання: aloe vitro містить біологічно активні сполуки, такі як полісахариди та фітостероли, що проявляють антибактеріальну, протизапальну та імуномодулюючу дію; дослідження показують, що екстракти aloe vitro можуть бути ефективними у лікуванні опіків, ран, дерматитів та інших шкірних захворювань; експериментальні дані підтверджують потенційну користь aloe vitro в лікуванні гастроінтестинальних захворювань через його протизапальні та цикатризуючі властивості.



Харчове використання: aloe vitro містить вітаміни, мінерали та антиоксиданти, що сприяють загальному здоров'ю та підтримці імунної системи; додавання соку алое до напоїв та продуктів харчування може допомогти у зменшенні запалення, підтримці здоров'я шкіри та травлення.

Косметичне використання: екстракти aloe vitro широко використовуються в косметичних засобах через їхні зволожуючі та заспокійливі властивості, а також засоби захисту від вільних радикалів; aloe vitro допомагає зменшити запалення шкіри, покращує її текстуру та сприяє зціленню ран та подразнень.

Підсумовуючи вище сказане,

можемо зробити висновок: щоб використати дану рослину у перерахованих галузях необхідно отримати стерильну рослину. Для її отримання ми можемо використати метод мікроклонального розмноження.

Список використаних джерел:

1. Черенко Т. М. Биотехнология тропических и субтропических растений in vitro / Черенко Т. М., Лаврентьева А. Н., Иванников Р. В – Киев: Наукова думка, 2008.
2. <https://superagronom.com/news/7451-aloe-vigidno-viroschuvati-u-promislovih-masshtabah> – Алое

УДК 636.09:616.993.192–07:636.2

**ДОСЛІДЖЕННЯ АНТИГЕНІВ РОСЛИННИХ ВІРУСІВ МЕТОДОМ
ПОВЕРХНЕВОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСУ**

Воронець Д.С., студент ОС Магістр

Науковий керівник: *Таран О.П.*, канд. біол. наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України
e-mail: dimavoronets01@gmail.com

Віруси рослин наносять щорічно значні втрати урожаю сільськогосподарських культур. Наприклад, вважається, що наявність 1% інфікованих рослин у насадженнях картоплі призводить до зниження урожайності на 1%, а інфікованість насаджень може сягати десятків відсотків. Тому вчасна діагностика вірусів рослин надає ефективний шлях для підвищення урожайності культурних рослин та запобіганню втратам товарної продукції[1].

Раніше у виявленні зв'язування з біомолекулами загальним обмеженням була вимога мічення молекул репортними мітками, але вони можуть змінювати конформацію біомолекули або бути стеричною перешкодою. Поверхневий плазмонний резонанс (SPR) вирішує цю проблему, оскільки це технологія детектування у реальному часі, яка використовує зміну показника заломлення тонкого шару металу для одержання інформації про кінетику взаємодії зв'язування молекул аналіту та ліганду[2]. Раннє вивчення SPR проводилося у вигляді досліджень оптичного збудження поверхневих плазмонів на гладких поверхнях, що дозволило в подальшому розвинути SPR в прийнятний і ефективний метод біосенсорики[3].

Метою нашої роботи є адаптація методу поверхневого плазмонного резонансу (SPR) для діагностування Вірусу звичайної мозаїки квасолі. Вірус звичайної мозаїки квасолі (BCMV) — один із найшкідливіших і найпоширеніших вірусів квасолі. Збудник може передаватися з насінням і пилюком з досить високою частотою. При ефективному розповсюдженні



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ЗАХИСТУ РОСЛИН, БІОТЕХНОЛОГІЙ
І ЕКОЛОГІЇ

ЗБІРНИК

матеріалів доповідей

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

І МОЛОДИХ ВЧЕНИХ



**«ЕКОЛОГІЯ – ФІЛОСОФІЯ ІСНУВАННЯ
ЛЮДСТВА»**

24-25 квітня 2024 р.

Київ – 2024

1

<i>Боїко А.О., Ракоїд О.О.</i> МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО МОНИТОРИНГУ ПРОЦЕСІВ ДЕГРАДАЦІЇ ТА ОПУСТЕЛЮВАННЯ ЗЕМЕЛЬ НА ГЛОБАЛЬНОМУ ТА НАЦІОНАЛЬНОМУ РІВНЯХ.....	39
<i>Британь С.О., Ладика М.М.</i> АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ОЗЕРА ТЕЛЬБІН ТА НИЖНІЙ ТЕЛЬБІН.....	41
<i>Бричка Б.В., Паламарчук С.П.</i> ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ТА ЕТАПИ ЇЇ ПРОВЕДЕННЯ.....	43
<i>Буяк В.О., Гнатюк Т.Т.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ ФІТОПАТОГЕННИХ МІКООРГАНІЗМІВ ДО МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО КОМПЛЕКСНОГО ДОБРИВА.....	45
<i>Буцан А.В., Вагалик Л.В.</i> ВПЛИВ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ НА ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНІ ТЕРИТОРІЇ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	47
<i>Варик Г.С.</i> СУДОВА ІНЖЕНЕРНО-ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА ПРИ РОЗСЛІДУВАННІ ВОСНИХ З'ЮЧИНІВ.....	48
<i>Вільховий С.П., Лобова О.В.</i> ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОТРИМАННЯ АСЕПТИЧНИХ РОСЛИН ALOE VITRO.....	50
<i>Воронець Д.С., Таран О.П.</i> ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ПОВЕРХНЕВОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСУ (SPR) ПРИ ДІАГНОСТУВАННІ ВІРУСУ ЗВИЧАЙНОЇ МОЗАЇКИ КВАСОЛІ (SCMV).....	52
<i>Вратських С.В.</i> КУЛЬТИВУВАННЯ КУЛЬТУР СУСПЕНЗІЙНИХ КЛІТИН ТА КАЛОСНИХ ТКАНИН <i>ATROPA BELLADONNA</i> L.....	54
<i>Gavryliuk A.T., Kyryk M.M., Rozhok O.M.</i> PREPARATION BIOGRAN (SOLUTION) ON PRODUCTIVITY IN TERMS OF WESTERN UKRAINIAN FORESTSTEPPE PROVINCE.....	55
<i>Гамов І.І., Манішевська Н.М.</i> НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ АВТОТРАНСПОРТОМ.....	57
<i>Гапоненко А.М., Сальнікова А.В.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ЗАСТОСУВАННЯ РОСЛИН РОДИНИ КАПУСТЯНИХ (BRASSICACEAE) ДЛЯ ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ СВИНЦЮ У ГРУНТІ.....	59
<i>Гарячий І.В., Кудрявицька А.М.</i> ГАЗОЗАХИСНІ ЕКРАНУВАЛЬНІ ЗЕЛЕНІ СМУГИ І ЕФЕКТИВНІСТЬ ШУМО- ТА ГАЗО ЗАХИСТУ ЕЛЕМЕНТАМИ РЕЛЬЄФУ.....	61
<i>Гацко М.Ю., Іванченко Т.І., Євтак І.В.</i> ЗНАЧЕННЯ ТА ВПЛИВ СІВОЗМІНИ НА СТАЛІЙ РОЗВИТОК.....	63

завданих збитків, а її результати надалі стануть вагомим підґрунтям для стягнення збитків з РФ відповідно до принципів і норм міжнародного права.

Список використаних джерел:

1. Екологічне право: підручник / А.П. Гетьман, Г.В. Анісімова, А.К. Соколова та ін.; за ред. А.П. Гетьмана. Харків: Право, 2019. 552 с.
2. Про затвердження Порядку визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії російської федерації: постанова Кабінету Міністрів України від 20.03.2022 №326. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/326-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення: 17.04.2024).
3. Кримінальний процесуальний кодекс України: Кодекс України від 13.04.2012 №4651-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/4651-17> (дата звернення: 17.04.2024).

УДК254.15/45

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОТРИМАННЯ АСЕПТИЧНИХ РОСЛИН ALOE VITRO

Вільховий С.П., магістр І р.н., факультету захисту рослин, біотехнологій та екології

Лобова О.В., к.б.н., доцент кафедри екобіотехнології та біорізноманіття

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Aloe vitro - це сукулентна рослина з коротким стеблом, що має розетку листя, листки мають трикутну форму з гострими краями та шипами, квіти зазвичай мають воронкоподібну форму, зелену або жовтувату забарвлення та зібрані у великі китиці на вершині стебла, має поверхневу систему кореневищ, яка допомагає рослині зберігати воду та живильні речовини в умовах недостатку вологи; спроможна адаптуватися до різних умов середовища, але найбільш комфортно він росте в теплих, сухих та сонячних умовах.



Вибір експланта для введення в асептичну культуру *in vitro* важливий для успішного розмноження та дослідження рослини *aloe vitro*. Листя *aloe vitro* може бути використане як експлант: відбираються здорові та неінфіковані листки без будь-яких пошкоджень або хвороб. Перевагою використання листя є те, що з нього можна отримати багато більше експлантів за допомогою методів розмноження, таких як розсадка або розмноження з пагона. Для отримання молодих, швидко ростучих рослини *aloe vitro*, можна

використовувати в якості експланту апекс алое, він містить багато активно діючих клітин, що сприяє швидкому формуванню нових рослин в асептичних умовах. Стебло рослини також може бути використане як експлант для культури *in vitro*, у вигляді шматочка стебла без хвороб, пошкоджень та додаткових пагонів. Пагони, особливо молоді та активно ростучі, з відкритими бруньками та здоровою структурою, використовуються як експлант для отримання нових рослин.

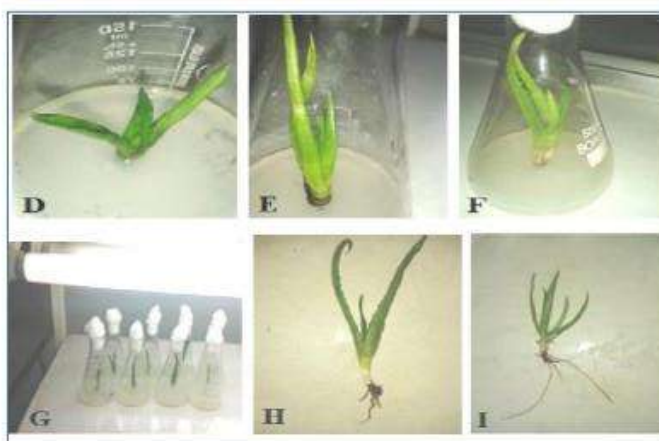
Поживні середовища, які добре зарекомендували себе для введення *aloe* в культуру *in vitro* - Murashige & Skoog (MS) та Gamborg B5.

Ключовим етапом при введенні рослини *Aloe vitro* в культуру *in vitro* є стерилізація, для запобігання забруднення та збереження життєздатності клітин.

Стерилізація експланту: використовується 70%-ний спирт для дезінфекції зовнішньої поверхні листя, стебла або пагонів перед введенням у культуру *in vitro*, для ефективної стерилізації експланту також можна використовувати розчин натрію гіпохлориду або пероксиду водню.

Стерилізація поживного середовища: поживне середовище, зазвичай поживне середовище стерилізують шляхом автоклавування під тиском та температурою, що знищує мікроорганізми.

Під час процесу введення експланту у культуру *in vitro* важливо дотримуватися асептичних умов.



Список використаних джерел:

1. Черенко Т.М. Биотехнология тропических и субтропических растений *in vitro* / Черенко Т.М., Лаврентьева А.Н., Иванников Р.В. – Киев: Наукова думка, 2008.
2. <https://www.semanticscholar.org/paper/RAPID-IN-VITRO-PROPAGATION-OF-ALOE-VERA-L.-WITH-AS-Khanam/77dfd89c2ce79340fbb25eae206a8d674a758499>

3. https://www.researchgate.net/figure/Different-stages-of-in-vitro-organogenesis-in-Aloe-vera-L-Slika-1-Razli-c-ite-faze_fig1_209843942

УДК 636.09:616.993.192–07:636.2

**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ПОВЕРХНЕВОГО ПЛАЗМОННОГО
РЕЗОНАНСУ (SPR) ПРИ ДІАГНОСТУВАННЯ ВІРУСУ ЗВИЧАЙНОЇ МОЗАЇКИ
КВАСОЛІ (BCMV)**

Воронець Д.С., студент ОС Магістр факультету захисту рослин, біотехнологій та екології

Таран О.П., канд.біол.наук, старший викладач кафедри екобіотехнології та біорізноманіття

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Дослідження вірусів рослин відкривають значні можливості з'ясування зв'язків між організмами в різноманітних ценозах, що важливо для розуміння і пошуку методів підтримання стабільності природних екосистем, а також штучно створених, таких, як агроценози. Віруси рослин наносять щорічно значні втрати урожаю сільськогосподарських культур. Наприклад, вважається, що наявність 1% інфікованих рослин у насадженнях картоплі призводить до зниження урожайності на 1%, а інфікованість насаджень може сягати десятків відсотків. [0]. Крім того, мінливий кліматичний сценарій і глобальне потепління може призвести до різкого зростання поширення і тяжкості таких захворювань по всьому світу, що зробить боротьбу з ними ще більш складним завданням.

Метою нашої роботи є адаптація методу поверхневого плазмонного резонансу (SPR) для діагностування вірусу звичайної мозаїки квасолі. Вірус звичайної мозаїки квасолі (BCMV) — один із найшкідливіших і найпоширеніших вірусів квасолі. Збудник може передаватися з насінням і пилом з досить високою частотою. При ефективному розповсюдженні векторами сприйнятливих культур навіть низький рівень зараження насіння може призвести до епідемічної ситуації. В Україні BCMV широко розповсюджений у всіх зонах вирощування бобових бобів і може спричинити серйозні втрати врожаю. Тому важливим є виявлення зараженого насіння на ранніх етапах [0].

Розроблений метод може бути використаний як ефективний інструмент для ранньої діагностики та моніторингу BCMV у вирощуванні квасолі, сприяючи збереженню врожаю та екологічній стійкості аграрного сектору. Він може стати важливим внеском у боротьбу з вірусними захворюваннями рослин, покращуючи екологічну стійкість та ефективність



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**



**ФАКУЛЬТЕТ ЗАХИСТУ РОСЛИН, БІОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ЕКОБІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОРІЗНОМАНІТТЯ**

**X ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-
ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
СТУДЕНТІВ, АСПІРАНТІВ ТА МОЛОДИХ
ВЧЕНИХ «БІОТЕХНОЛОГІЯ:
ЗВЕРШЕННЯ ТА НАДІЇ»**

2-3 травня 2024 р.

м.Київ



ЗМІСТ

Voronets D.S., Taran O.P. Application of surface plasmon resonance (SPR) method for diagnosing bean common mosaic virus (BCMV).....	8
Dovhii V.V., Taran O.P. Obtaining recombinant protein P150 of cytomegalovirus for antibody detection in its diagnosis.....	9
Khudiy O.O., Cheban L.M., Khuda L.V., Kovalchuk B.V. The effect of feed additives based on <i>Chlorella vulgaris</i> and trimethylglycine on the ratio of proteins and lipids in the hepatopancreas of <i>Carassius gibelio</i>	10
Levkivskiy I.V., Vishnevskaya O.V. Investigation of the genetic stability of potato samples in in vitro culture using nickel nanoparticles	12
Yarmolenko V. E., Taran O. P. Optimization of sample preparation for immunological studies of potato seed material	13
Бевзюк Д.С., Кваско О.Ю. Фітотремедиція кадмію рослинами гірчиці салатної <i>Brassica juncea</i> L.....	14
Білушка Д.С., Нестерова Н.Г. Дослідження впливу забруднювачів антропогенного реєстру на водні екосистеми методом цитостатичної реакції культури дафній (<i>Daphnia pulex / magna</i>).....	15
Буняк В.О., Гнатюк Т.Т. Ефективність використання мікродобрив проти фітопатогенних бактерій та мікроміцетів.....	16
Вільховий С.П., Лобова О.В. Фармацевтичний потенціал рослини Aloe Vitro	17
Восводська К.М., Субін О.В. Особливості молекулярно-генетичної діагностики роду Potyvirus.....	18
Войтко М.В., Лісовий М.М. Біотехнологічні аспекти створення паливних брикетів на основі рослинної сировини.....	20
Герасименко А.С., Прилуцька С.В. Біосинтез коліцину М у рослинах: нові перспективи для боротьби з бактеріальними інфекціями.....	21
Годованець М.О., Помагайбог С.О. Обґрунтування елементів ресурсоощадних технологій захисту плодівих культур від комплексу шкідливих організмів у Лісостепу України.....	22
Горіславський Б.В., Субін О.В. Застосування ферментних препаратів для інтенсифікації процесу затирання у виробництві пива.....	23

поглинання не тільки макроелементів, а й таких важливих мікроелементів, як бор, калій, мідь, кальцій, навіть при аномально високих температурах, що неабияк впливає на розвиток рослини та її плодів, водночас не чинячи на її токсичну дію.

Мета дослідження полягає у вивченні ефективності використання мікродобрив з антимікробною дією проти фітопатогенних бактерій та мікроміцетів, а також у визначенні чутливості цих організмів до різних концентрацій препаратів. Робота була виконана у відділі фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології та вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України та лабораторії промислової біотехнології НУБіП. Досліджуваними мікроелементними комплексними добривами були українські препарати "Комфорт" та "Аватар".

Дослідження добрива "Комфорт", свідчать про високу ефективність всіх дослідних варіантів препаратів проти фітопатогенних бактерій та грибів (зона затримки росту становила відповідно 35-45 мм та 15-25мм). Препарат "Аватар" показав одні з найбільш високих результатів токсичної дії на фітопатогенні бактерії – 35- 90 мм. При застосуванні на мікроміцетах – 18-22 мм.

Під час дослідження було встановлено, що досліджувані препарати є ефективними та мають великий потенціал для застосування. Також була виявлена чутливість різних фітопатогенних мікроорганізмів до різних концентрацій препаратів, що дозволяє підвищити їхню ефективність у боротьбі з фітопатогенами. Це робить ці препарати конкурентоспроможними на ринку та дозволяє їх використання з великою користю.

УДК 615.322:630 (477)

Вільховий С.П., Лобова О.В.

ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ РОСЛИНИ ALOE VITRO

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: serhii_vv@ukr.net

Рослина *aloe vitro* має широкий спектр фармацевтичних застосувань через свої корисні біологічно активні сполуки та позитивний вплив на здоров'я шкіри, слизових оболонок та загального стану організму.

Склад і біологічно активні сполуки: *aloe vitro* містить багато корисних біологічно активних сполук, таких як полісахариди, фітостероли, флавоноїди, антрахінони та амінокислоти. Полісахариди, такі як аловерозид, мають імуномодулюючу та протизапальну дію. Фітостероли допомагають знижувати рівень холестерину та підтримують здоров'я серця.

Протизапальна дія: екстракти з *aloe vitro* використовуються у фармацевції для створення засобів для лікування запальних процесів, таких як дерматити, артрити, опіки та інші. Біологічно активні сполуки рослини допомагають знижувати запалення шляхом модуляції імунної відповіді та зменшення виділення запальних медіаторів.

Заспокійливий та заживляючий ефект на шкіру: *aloe vitro* широко використовується у фармацевції для створення кремів, гелів та лосьйонів для догляду за шкірою. вона має зволожуючий, заспокійливий та заживляючий ефект на шкіру, що робить її ідеальною для лікування сухості, подразнень, опіків та інших проблем.

Антибактеріальна та протимікробна дія: деякі дослідження показали, що екстракти з *aloe vitro* мають антибактеріальну та протигрибкову дію, що допомагає боротися зі шкідливими мікроорганізмами та запобігає інфекціям.

Застосування в косметології: *aloe vitro* широко використовується у виробництві косметичних засобів, таких як креми для обличчя, шампуні, маски для волосся та тіла, оскільки вона покращує стан шкіри та волосся і забезпечує їх зволоження та живлення.

Лікування опіків та ран: гель з *aloe vitro* має властивості знеболювального та заспокійливого засобу для шкіри, що робить його ефективним у лікуванні мінорних опіків, порізів, подразнень шкіри та ран. Він допомагає зменшити біль, запалення та прискорює процес загоєння.

Підтримка здоров'я слизових оболонок: застосування гелю або соку з *aloe vitro* в гігієні допомагає заспокоїти подразнення слизових оболонок, покращує стан ясен та допомагає у лікуванні запальних процесів у ротовій порожнині.

Засоби для лікування себореї та акне: екстракти з *aloe vitro* використовуються у виробництві засобів для лікування себореї (підвищена жирність шкіри) та акне, оскільки вони мають протизапальну, антибактеріальну та зволожуючу дію.

Антиоксидантний ефект: вміст в *aloe vitro* антиоксидантів, таких як вітамін С, Е та каротиноїди, допомагає захищати клітини від шкідливого впливу вільних радикалів, зменшує окислення та попереджає передчасне старіння шкіри.

Застосування у лікуванні захворювань шлунково-кишкового тракту: екстракти з *aloe vitro* використовуються у додатках до харчових добавок для підтримки здоров'я шлунково-кишкового тракту, зменшення запалення та покращення травлення.

Підсумовуючи вище перелічене, фармацевтичний потенціал рослини *aloe vitro* включає широкий спектр корисних властивостей.

Список використаних джерел:

1. Черенко Т. М. Биотехнология тропических и субтропических растений in vitro / Черенко Т. М., Лаврентьева А. Н., Иванников Р. В – Киев: Наукова думка, 2008.
2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2763764/>

УДК 578.85/86

Восводська К.М., Субін О.В

ОСОБЛИВОСТІ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ РОДУ POTYVIRUS

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
e-mail: kaleriiaovodska@gmail.com*

Рід *Potyvirus* є одним з найбільш поширених шкодочинних вірусів рослин, який уражає широкий діапазон економічно важливих сільськогосподарських культур. Вперше вірус цього роду був виділений у 50-х роках XX століття і дотепер згідно з реєстром Міжнародного комітету таксонії (ICTV-<https://ictv.global/taxonomy>) є другим найбільшим родом за кількістю ідентифікацій. Станом на сьогодні вірус налічує близько 167 видів та передається більш ніж 200 видами попелиць, тому існує необхідність вчасної ідентифікації вірусу, дослідження взаємодій вектору з рослиною та постійна детекція вірусу на можливих рослинах-господарях [1,2].

Геном вірусу складає 5% від загальної маси віріону, він представлений одноланцюговою, лінійною (+)РНК. Довжина геному коливається від 8500 до 10000 нуклеотидів або від 9.3 до 10.8 кілобаз (kb). На 5'-кінці геному розташований білок VPg, який приєднаний ковалентно. На 3'-кінці геному присутня поліаденілова послідовність, яка складається з 20-160 аденозинових залишків. Одна відкрита рамка зчитування (ORF) кодує суцільний поліпротеїн, який пізніше розщеплюється протеазою. ORF в кодує два поліпротеїни, які процесуються трьома вірусними протеазами, цей процес призводить до утворення десяти зрілих білків та одного гібридного білка, що виконують різні функції. Білки складають 95% від загальної маси віріону. З геномної (+)РНК транслюється поліпротеїн, який потім розщеплюється вірусними протеазами на 10 функціональних білків у певному порядку від N-кінця до C-кінця поліпротеїну:

- P1-pro (P1 proteinase) - білок з протеїназною активністю;
- HC-pro (Helper component proteinase) - білок з протеїназною активністю, який також відіграє роль у кріпленні віріону до стилету попелиці;