

КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ХОРТИЦЬКА  
НАЦІОНАЛЬНА НАВЧАЛЬНО-РЕАБІЛІТАЦІЙНА АКАДЕМІЯ» ЗАПОРІЗЬКОЇ  
ОБЛАСНОЇ РАДИ

Факультет мистецтва та дизайну  
Кафедра садово-паркового господарства

Допускається до захисту:  
завідувач кафедри  
садово-паркового господарства  
\_\_\_\_\_ Дерев'янку Н. П.  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**Деркач Юлія Олександрівна**

за першим (бакалаврським) рівнем освіти

**««СТВОРЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ БОМБОЧОК З НАСІННЯ  
(СІДБОМБІНГ)»»**

Керівник – кандидат сільсько-  
господарських наук, доцент, завідувач кафедри  
Дерев'янку Наталія Петрівна

Запоріжжя, 2024

## РЕФЕРАТ

Тема дипломної роботи – «Створення та дослідження бомбочок з насіння (сідбомбінг)».

Дипломна робота складається із реферату, вступу, 3 розділів, висновків, список літературних джерел складається з 35 джерел. Робота викладена на 52 сторінках друкованого тексту, містить 7 таблиць та 10 рисунків.

**Мета дослідження:** дослідження впливу регуляторів росту рослин (натрієва сіль (хіноін-4-ілтїо)оцтової к-ти, динатрієва сіль 2-(2-метилхінолін-4-ілтїо)-сукцинатна кислота, калійамонійгідрофосфат) на розвиток насіння «Мірабілісу» за умов вирощування його у вигляді насіннєвих бомбочок.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання:

– дослідити нові речовини (2 натрієва сіль (хіноін-4-ілтїо)оцтової к-ти, динатрієва сіль 2-(2-метилхінолін-4-ілтїо)-сукцинатна кислота, калійамонійгідрофосфат) на рістрегулюючу активність на насінні квітки «Мірабілісу»;

– дослідити впливу регуляторів росту рослин (натрієва сіль (хіноін-4-ілтїо)оцтової к-ти, динатрієва сіль 2-(2-метилхінолін-4-ілтїо)-сукцинатна кислота, калійамонійгідрофосфат) на лабораторну схожість насіння квітки «Мірабілісу»;

– визначити динаміку та енергію проростання квітки «Мірабіліс» за впливу натрієвої солі (хіноін-4-ілтїо)оцтової к-ти, динатрієвої солі 2-(2-метилхінолін-4-ілтїо)-сукцинатної кислоти, калійамонійгідрофосфат у насіннєвих бомбочках;

**Об'єктом досліджень** є насіння квітки «Мірабіліс» за впливу регуляторів росту рослин (натрієва сіль (хіноін-4-ілтїо)оцтової к-ти, динатрієва сіль 2-(2-метилхінолін-4-ілтїо)-сукцинатна кислота, калійамонійгідрофосфат).

**Предметом дослідження** є вивчення початкових етапів онтогенезу квітки «Мірабіліс» за дії регуляторів росту рослин (натрієва сіль (хіноін-4-ілтїо)оцтової

к-ти, динатрієва сіль 2-(2-метилхінолін-4-ілтїо)-сукцинатна кислота, калїямонїйгїдролосфат) у насїннєвих бомбочках.

**Наукова новїзна дослідження** полягає у вивченнї впливу нових та вже вїдомих регуляторїв росту рослин на проростання насїння квітки «Мїрабїліс» у насїннєвих бомбочках. Вперше було використано речовини натрієва сіль (хіноїн-4-ілтїо)оцтової к-ти, динатрієва сіль 2-(2-метилхінолін-4-ілтїо)-сукцинатна кислота, калїямонїйгїдролосфат як регулятори росту рослин, що продемонстрував обїцяні результати у порївняннї з їншими вїдомими регуляторами росту на початкових етапах онтогенезу квітки «Мїрабїліс».

**Ключовї слова:** насїння квітки «Мїрабїліс», регулятори росту рослин, натрієва сіль (хіноїн-4-ілтїо)оцтової к-ти, динатрієва сіль 2-(2-метилхінолін-4-ілтїо)-сукцинатна кислота, калїямонїйгїдролосфат, насїннєві бомбочки.

## ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	5
ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	7
1.1 Загальна характеристика однорічних декоративних квіткових рослин.....	8
1.2 Агротехніка та догляд за однорічними декоративними рослинами.	10
1.3 Виробництво насінневих бомбочок (міжнародний досвід).....	13
1.4 Характеристика традиційних стимуляторів росту.....	15
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	17
2.1 Біолого-екологічна характеристика квітки «Мірабіліс».....	17
2.2 Агротехніка вирощування бальзаміну «Мірабіліс».....	18
2.3 Характеристика досліджених стимуляторів росту.....	18
2.4 Методи дослідження.....	19
2.5 Математичні методи.....	20
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	32
3.1 Вплив стимуляторів росту на проростання насіння квітки «Мірабіліс».....	33
3.2 Морфометричні показники проростків квітки «Мірабіліс» за дії стимуляторів росту.....	37
ВИСНОВКИ.....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	47

## СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

год – година

кг – кілограм

л – літр

мг – міліграм

мл – мілілітр

мм – міліметр

% – відсоток

°С – градуси Цельсія

## ВСТУП

Насінневі бомбочки сприяють відновленню і природному вирощуванню рослин. Вони можуть допомогти відновити екосистеми, зберегти біорізноманіття та покращити якість ґрунту.

Насінневі бомбочки – це прекрасний спосіб створити природні квіткові луки в парках та скверах. Можна використовувати насінневі бомбочки для створення нових насаджень біля дерев, кущів та інших рослин.

Насінневі бомбочки дозволяють оживити непримітні ділянки уздовж дороги, між будинками, під мостами.

Насінневі бомбочки можна використовувати для озеленення вертикальних поверхностей. Створення «зелених стін» додає естетики та покращує мікроклімат.

### Додаткові переваги використання насінневих бомбочок

Спрощення процесу висадки. Вирощування рослин стає простим і доступним для всіх.

Запобігання випадання насіння. Насінневі бомбочки надійно захищають насіння, запобігаючи викиду його і вимиванню з поверхні.

Актуальність дослідження пов'язана з тим, щоб дослідити вплив нового та існуючих регуляторів росту рослин на квіткові рослини за умов вирощування у вигляді насінневих бомбочок. Використання насінневих бомбочок є актуальним для територій, які є недоглянуті, або мають обмежений догляд. Тому, дослідження такого плану є важливими, адже підвищення швидкості проростання насіння дасть значний екологічний ефект при озелененні неприглядних територій.

# 1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

## 1.1 Загальна характеристика однорічних декоративних квіткових рослин

Однорічні рослини, завдяки своїм біологічним характеристикам, часто вважаються більш привабливими, оскільки вони мають більш інтенсивне цвітіння та інші декоративні особливості, які часто перевершують значення багаторічних рослин, які потребують менше уваги в догляді. Одним з важливих переваг однорічників є їхній особливий стійкий до посухи та морозів деяких видів.

Однорічні квіти використовуються в основному для того, щоб прикрасити пейзаж великою кількістю кольорів. Вони чудово прикрашають клумби або бордюри, горщики або контейнери у внутрішньому дворіку або на терасі. Їх також можна використовувати для зрізаних квітів, альпінаріїв, віконних ящиків, підвісних кошиків, екранів, тимчасових наповнювачів та ґрунтопокривних рослин.

За методом вирощування, однорічні рослини можна розділити на дві категорії:

а) посівні, які можна висівати безпосередньо в ґрунт на квітники (такі як нагідки, алісум, гіпсофіла);

б) розсадні, які потрібно висаджувати у вигляді розсади (як от агератум, гвоздика Шабо, петунія, запашний тютюн).

Однорічні квітникові рослини відрізняються за морфологічними особливостями та походженням. Вони можуть мати різну висоту: від великих рослин, що досягають 1 м і більше (наприклад, космея, рицина), до дрібних, які лише трохи видніються над ґрунтом (як от портулак, лобелія). Зазвичай, рослини з гірських та північних районів мають менші розміри, ніж ті, що ростуть у південних та рівнинних районах.

Однорічні декоративні квіткові рослини – це рослини, які завжди вирощуються з насіння і розвиваються протягом одного вегетаційного періоду,

тобто вони від сходів до насінин утворюють квітку, насіння та знову відмирають. Ось деякі загальні характеристики цих рослин: ( табл..1).

**Таблиця 1**

**Загальна характеристика однорічних декоративно-квіткових рослин**

<b>Назва</b>	<b>Опис</b>
<b>Швидкість росту :</b>	Багато однорічних рослин мають швидкий старт росту. Вони можуть швидко вирости з насіння до великих рослин або рослин з квітами.
<b>Кольори та форми</b>	Однорічні квіти можуть мати широкий спектр кольорів і форм. Це дозволяє садівникам створювати різноманітні дизайни квіткових ліжок і контейнерів.
<b>Використання в ландшафтному дизайні</b>	Однорічні рослини дуже популярні в ландшафтному дизайні через їх кольори та здатність до швидкого росту. Вони чудово підходять для створення яскравих квіткових клумб, бордюрів, вазонів та контейнерів.
<b>Користь для бджіл та інших комах:</b>	Багато однорічних рослин приваблюють бджіл, метеликів та інших комах, що є важливими запилювачами рослин.
<b>Насіння</b>	Багато однорічних рослин утворюють велику кількість насіння, яке може бути зібране для наступного сезону або розповсюджене для природного посіву.
<b>Ґрунтові</b>	Більшість однорічних рослин відносно невибагливі до ґрунту,



<b>ВИМОГИ</b>	але, звичайно, кращий результат дає рясне, добре дреноване ґрунту.
<b>Схильність до хвороб і шкідників</b>	Деякі однорічні рослини можуть бути вразливими до хвороб і шкідників, особливо якщо вони вирощуються в умовах непридатних для них. Проте багато сортів мають вбудовану стійкість до деяких хвороб і шкідників.
<b>Використання у сільському господарстві</b>	Деякі однорічні рослини також використовуються в якості корму для тварин або навіть для вирощування як сільгосппродукція.

Однорічні квіткові рослини різняться не лише за своїми біологічними властивостями, а й за характером їхнього зростання. Вони можуть бути ампельними (як красоля), виткими (наприклад, горошок духмяний, іпомея), або прямостоячими та високими (такі як дельфіній, люпин, рицина), які чудово підходять як солітери для квітництва.

Квіти багатьох однорічних рослин відзначаються особливим ароматом (наприклад, резеда, левкой), а деякі мають запашні листки (наприклад, герань, полин). За часом цвітіння, багато однорічників поділяються на такі групи:

а) рослини, що починають цвісти через 8-9 тижнів після посіву і досягають декоративних якостей, віддаючи дозріле насіння в незахищений ґрунт (наприклад, алісум, волошка, дельфіній літній);

б) рослини, що починають цвісти через 10-12 тижнів після посіву, досягаючи повної декоративності і частково дозріваючи насіння (наприклад, годеція, резеда, смілка);

в) однорічники, що розпочинають цвісти через 13-14 тижнів після посіву і зазвичай не дають дозрілого насіння (наприклад, вербена, левкой, цинія).

## 1.2. Агротехніка та догляд за однорічними декоративними рослинами

Більшість декоративних рослин у ландшафті вимагають догляду, щоб залишатися здоровими та привабливими. Регулярні добрива, обрізка, полив, мульчування та боротьба зі шкідниками – це частина хорошої програми управління ландшафтом.

Агротехніка та догляд за однорічними декоративними рослинами може значно варіюватися залежно від конкретного виду рослин, але існують деякі загальні поради, які можуть застосовуватися широко: ( таб.2)

**Таблиця 2**

### **Загальні поради щодо агротехніки та догляду за однорічними декоративними рослинами**

<b>Назва:</b>	<b>Опис:</b>
<b>Підготовка ґрунту</b>	Перед посадкою рослин важливо підготувати ґрунт. Він повинен бути розпушеним, добре дренованим і збагаченим органічними речовинами. Може знадобитися додаткове добриво перед посадкою.
<b>Посадка ґрунту</b>	Важливо вибирати правильний час для посадки кожного конкретного виду рослин, орієнтуючись на кліматичні умови та рекомендації для цього виду.

<p><b>Посадка</b></p>	<p>Регулярний полив важливий для забезпечення достатньої вологості, особливо в періоди сухого та спекотного клімату. Для багатьох однорічних рослин важливо уникати пересушування ґрунту.</p>
<p><b>Добрива</b></p>	<p>Регулярне додавання добрив сприяє здоровому росту та цвітінню рослин. Використовуйте добрива з відповідним співвідношенням поживних речовин, зокрема азоту, фосфору та калію.</p>
<p><b>Видалення відцвілих квітів</b></p>	<p>Регулярне видалення відцвітих квітів, відоме як «підщипування», сприяє подовженню періоду цвітіння рослин та підтримує їх здоровий зріст.</p>
<p><b>Боротьба зі шкідниками та хворобами</b></p>	<p>Регулярний огляд рослин допоможе виявити шкідників та хвороби на ранніх стадіях. Використовуйте відповідні методи контролю, такі як ручний збір шкідників, використання натуральних або хімічних засобів захисту.</p>

<b>Підтримка</b>	Деякі однорічні рослини можуть потребувати підтримки, особливо ті, які мають високі квітконоси. Використовуйте опори, якщо необхідно, щоб запобігти ламанню рослин або погнуттю їх квітконосів.
<b>Відповідне освітлення</b>	Більшість однорічних рослин потребують достатньої кількості світла для нормального росту та цвітіння. Враховуйте це при розміщенні рослин у саду або на вікнах.
<b>Внесення мульчі</b>	Використання мульчі допомагає зберігати вологу ґрунту, попереджає заростання бур'янами та покращує структуру ґрунту.
<b>Видалення висушених частин рослин</b>	Регулярно видаляйте висушені листя, квітки та інші частини рослин, щоб підтримати здоровий вигляд та запобігти поширенню хвороб.

Для більшості однорічних рослин, що вирощуються з насіння, потрібний тривалий і теплий період вегетації, без пізніх весняних або ранніх осінніх заморозків. Отже, для них найбільш відповідні зони з невеликою вологістю

повітря, достатньою температурою та мінімальними опадами під час дозрівання та збору насіння.

Залежно від тривалості вегетаційного періоду, біологічних особливостей рослин і кліматичних умов, однорічники вирощують розсадним або безрозсадним методом. Посів однорічників може проводитися у теплицях, стелажах або ящиках розміром 60×30×5 см, у парниках або безпосередньо в незахищений ґрунт. Для вирощування розсади квіткових культур необхідні специфічні умови: холодостійкі рослини (наприклад, айстри, левкої, гвоздики, духмяний горошок) вирощуються за температури 12-14°C і активної вентиляції; теплолюбні види (петунія, чорнобривці, шавлія, цинія) - при температурі 20-22°C.

У захищеному ґрунті посів проводять у лютому – березні або в квітні у відкритий ґрунт, залежно від особливостей виду. Деякі види, висаджені у захищеному ґрунті, пікіруються в фазі двох сім'ядольних листочків або одного справжнього, щоб забезпечити більшу площу живлення рослини. Для деяких рослин, які сіються рано або мають дрібні сходи, може знадобитися два пікірування.

### 1.3. Виробництво насінневих бомбочок (міжнародний досвід)

#### *Історія та концепція*

Технологія насінневих бомбочок вперше була використана у Японії у 1930-х роках японським фермером Масанобу Фукуокою. Він застосовував методи природного землеробства, які включали використання кульок з глини, ґрунту та насіння для відновлення деградованих земель. Цей метод здобув популярність завдяки своїй простоті та ефективності, і був адаптований в різних країнах світу.

#### *Технологія виробництва насінневих бомбочок*

Основні компоненти насінневих бомбочок включають:

Насіння: Вибір насіння залежить від конкретних умов та цілей. Найчастіше використовують насіння місцевих видів рослин, які добре адаптовані до кліматичних умов.

Ґрунт: Використовується для забезпечення поживними речовинами на перших етапах росту рослин.

Глина: Допомагає утримувати насіння та захищає його від шкідників і несприятливих погодних умов.

Виробництво насінневих бомбочок у різних країнах:

#### *Сполучені Штати Америки*

У Сполучених Штатах насінневі бомбочки стали популярним інструментом для громадських проектів озеленення міських територій. Різноманітні організації, такі як Seedles та Greenaid, виробляють насінневі бомбочки для розповсюдження серед місцевих громад. Вони пропонують різноманітні набори, що включають насіння місцевих видів квітів та трав, які сприяють біорізноманіттю та підтримці місцевої фауни.

#### *Великобританія*

У Великобританії насінневі бомбочки активно використовуються для відновлення міських та сільських територій. Організація Seedball виробляє насінневі бомбочки, використовуючи насіння місцевих квітів, які підтримують популяції бджіл та інших запилювачів. Бомбочки продаються в компактних упаковках, що полегшує їх розповсюдження серед населення.

#### *Індія*

В Індії насінневі бомбочки використовуються для боротьби з деградацією земель та відновлення лісів. Організація Project Green Hands запустила масштабну кампанію з виробництва та розповсюдження насінневих бомбочок серед місцевих громад. Вони використовують насіння місцевих дерев та чагарників, що сприяє збереженню біорізноманіття та відновленню екосистем.

#### *Переваги та виклики використання насінневих бомбочок*

## Переваги

**Простота та економічність:** Виробництво насінневих бомбочок не потребує складного обладнання або великих фінансових витрат.

**Ефективність:** Насінневі бомбочки забезпечують високий рівень схожості насіння завдяки захисту від зовнішніх факторів.

**Підтримка біорізноманіття:** Використання місцевих видів рослин сприяє підтримці екосистем та місцевої фауни.

## Виклики:

**Погодні умови:** Успіх проростання насіння залежить від погодних умов, які можуть бути непередбачуваними.

**Конкуренція з бур'янами:** Насінневі бомбочки можуть зіткнутися з конкуренцією з боку бур'янів, що знижує ефективність озеленення.

**Залучення громади:** Для успішного використання насінневих бомбочок необхідно активне залучення місцевих громад та підвищення обізнаності про переваги цього методу.

Міжнародний досвід показує, що насінневі бомбочки є ефективним інструментом для відновлення рослинності та озеленення територій. Різні країни успішно адаптували цю технологію до своїх умов, використовуючи її для вирішення локальних екологічних проблем. Проте, для досягнення максимального ефекту необхідно враховувати місцеві особливості та залучати громади до участі у проектах з озеленення.

### 1.4. Характеристика традиційних стимуляторів росту

Під регуляторами росту розуміють синтетичні та природні органічні сполуки, що характеризуються значною біологічною активністю та викликають у малих мікродозах зміни фізіологічних і біохімічних процесів, росту і розвитку рослин. У рослинах комплекси регуляторів росту підтримуються на рівні, значному для контролю росту, розвитку і продуктивності. Тому формування оптимальної

продуктивності досягається не за рахунок одного рослинного гормону, а за допомогою одночасних або наступних комплексів сполук за певних умов [1, 4, 10, 13, 16].

Підвищити схожість насіння бузку можна за допомогою Гетероауксину, який застосовують у концентрації 0,01 %. Насіння замочують протягом 20 год. і висівають. Схожість його при цьому збільшується на 40%. Проростання насіння півонії прискорюються при обробці їх розчином гібереліну в концентрації 10-100 мг/л, а насіння беладони – 200 мг/л. Насіння замочують протягом 24 год. і висівають. Схожість насіння квіткових культур підвищують за допомогою янтарної кислоти – водний розчин цього препарату в концентрації 45 мг/л з розрахунку на 1 ц насіння [1]. У петунії гібридної під впливом етролу в три рази збільшується кількість відгалужень, на яких формуються квіти. Для цього поливають ґрунт розчином препарату в концентрації 250-500 мг/л, а для обприскування листя – 500 мг/л.

Більшість сортів гладіолусів можна вивести зі стану спокою після обробки 40% хлорпропаном 3-4 мл/л. Вихід цибулин гладіолусів зі спокою також можна прискорити за допомогою ксеноауксину - їх зберігають 24 години у водному розчині з концентрацією 100 мг/л. Потім посадить його в землю. Проростання цитокіну гладіолусу прискорюється обробкою індолмасляною кислотою в концентрації 25 мг/л. Перед цим їх необхідно зберігати при температурі 50°C протягом 3-6 тижнів. Позитивні результати спостерігалися також на цибулинах крокусів і тюльпанів. У цьому випадку вони будуть оброблені протягом 4 годин. Активізувати проростання цибулин крокусів і тюльпанів можна за допомогою 2,4-дихлорфеноксималяної кислоти. Цибулини нарізають 5 год. Обробити цим препаратом у концентрації 3 мг/л. Коренеутворення прискорюється приблизно вдвічі [9].

Поліпшити декоративні якості гвоздики та інших декоративних рослин і підвищити їх стійкість до вилягання можна обробкою ретардантами та іншими



регуляторами росту. Сповільнювач може широко використовуватися в тепличних озимих квіткових культурах. Гібереліни в концентраціях 10-100 мг/л покращують декоративність квітів. Гвоздики, айстри, герань, цикламен, анемони та ін обробляють після утворення бутонів, але до появи барвистих бутонів. 2,4-Діхлорбензилтрибутилфосфоній (фосфін D) широко застосовується при вирощуванні квітів лілій і хризантем. Щоб активізувати ріст жиру, обробіть їх розчином гіберелінової кислоти в концентрації 125 мг/л. Цвітіння починається на 7-10 днів раніше [23, 27].

## 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1. Біолого-екологічна характеристика квітки «Мірабіліс»

Квітка «Мірабіліс», відома також як «Мірабіліс жеруча» (*Mirabilis jalapa*), належить до родини Нічних фіалок (*Nyctaginaceae*) і є дуже цікавим представником рослинного світу (рис. 1).



Рис. 1. Квітка «Мірабіліс» («Мірабіліс жеруча») (*Mirabilis jalapa*)

Біолого-екологічні характеристики цієї квітки:

**Походження:** Квітка «Мірабіліс» походить з Південної Америки, зокрема з Мексики.

**Опис рослини:** Це багаторічна рослина, що зазвичай досягає висоти близько 60-120 см. Її листя протилежне, велике, овальне або серцеподібне. Цвіте вона протягом літа і розкриває дуже яскраві і великі квіти, які можуть бути різнокольоровими, включаючи білий, рожевий, жовтий, червоний та оранжевий.

**Екологічні умови:** Квітка «Мірабіліс» досить мало вимоглива до умов вирощування. Вона може рости як на сонці, так і у напівтіні. Щодо ґрунту, вона віддає перевагу добре дренованим, поживним ґрунтам.

**Особливості квітіння:** Ця рослина має цікавий феномен - вона розкриває свої квіти зазвичай ввечері або вночі і закриває їх вранці. Це дає їй інше ім'я - «Нічна квітка».

**Значення для диких тварин:** Квітка «Мірабіліс» може бути джерелом нектару для комах, таких як метелики та бджоли. Також, її плоди можуть бути їжею для птахів і деяких гризунів.

**Лікарське використання:** У деяких культурах, різні частини рослини «Мірабіліс» використовуються в народній медицині як протизапальні та жарознижувальні засоби.

## 2.2. Агротехніка вирощування квітки «Мірабіліс» (*Mirabilis jalapa*)

Агротехніка вирощування квітки «Мірабіліс жеручої» (*Mirabilis jalapa*) може залежати від конкретних умов та кліматичних особливостей регіону, але основні принципи вирощування залишаються стандартними. Ось кілька кроків, які можна виконати для успішного вирощування цієї квітки:

**Вибір місця посадки:** Квітка «Мірабіліс» краще росте на сонячних ділянках або у легкому напівтіні. Важливо забезпечити їй достатньо простору для розвитку.

**Підготовка ґрунту:** Розробіть ґрунт перед посадкою, видаливши бур'яни та додавши органічне добриво, яке допоможе поживити рослину.

**Посадка квітів:** Посадіть рослини в ґрунт на відстані приблизно 20-30 см одна від одної. Глибина посадки повинна бути такою, щоб корені рослини були добре покриті ґрунтом.

**Зрошення:** Після посадки обов'язково полийте рослини, щоб допомогти їм закорінитися.

**Догляд:** Квітка «Мірабіліс» не вимагає особливого догляду. Регулярно поливайте її під час сухого періоду, уникайте пересихання ґрунту. Також розгляньте можливість вносити добрива впродовж вегетаційного періоду.

**Вирощування з насіння:** «Мірабіліс» можна також вирощувати з насіння. Насіння можна посіяти безпосередньо в ґрунт на початку весни або вирощувати розсаду в приміщенні, пересаджуючи її пізніше на відкритий ґрунт.

**Відзначення і видалення бур'янів:** Регулярно видаляйте бур'яни поблизу рослин, щоб уникнути конкуренції за воду і поживні речовини.

**Розмноження:** Крім вирощування з насіння, «Мірабіліс» можна розмножувати також через розділення куща, що дозволяє збільшити кількість рослин.

Важливо враховувати місцеві кліматичні умови та виконувати агротехніку вирощування відповідно до них. Ретельний догляд і увага допоможуть забезпечити здоровий і красивий ріст квітки «Мірабіліс».

### 2.3. Методи дослідження

Об'єктом досліджень було насіння квітки «Мірабіліс», яке обробляли різними регуляторами росту рослин, у контрольному варіанті використовували воду. Було сформовано 4 дослідних груп, з яких група I – контрольна (вода); інші три групи обробляли розчинами нового регулятора росту рослин – 2-(6-метокси-2-метилхінолін-4-ілтіо)бурштинової кислоти (1,0 мкмоль/л) та 5,0 мкмоль/л; а також регуляторами росту: бурштинова кислота у рекомендованій виробником концентрації.

Пророщування здійснювалося у балконному кашпо. Визначали лабораторну схожість, динаміку та енергію його проростання. Якісні характеристики насіння – схожість (7-ма доба пророщування) та енергію проростання (4-та доба пророщування) визначали на насінні (*Мірабіліс*). Вплив стимуляторів росту на морфометричні параметри проростків насіння «Мірабіліс» визначали на 8-а добу експерименту.

#### 2.4. Математичні методи

Для обробки результатів експерименту широко використовують математичні методи, які дозволяють точно описувати певні явища та виражати за допомогою математичних формул різноманітні зв'язки та залежності між ними. Для забезпечення надійності наукових рекомендацій необхідно визначити вірогідність результатів досліджень, на основі яких ці рекомендації робляться. Ці завдання вирішують за допомогою математичного аналізу та сучасної біометрії – науки, що застосовує принципи теорії ймовірностей і математичної статистики в біології. Розуміння та врахування статистичних закономірностей допомагає експериментально скласти методично обґрунтований план досліджень та коректно їх провести.

Одним з основних завдань статистичної обробки експериментальних даних є визначення показників, що характеризують особливості емпіричних сукупностей (груп) і дозволяють порівнювати їх між собою. Групові властивості притаманні групам, але відсутні у їх окремих представників. Групи формуються вже з двох об'єктів. Біометрія вивчає середній рівень групи з достатньою точністю. Середню арифметичну можна вирахувати за формулою:

$$\bar{X} = \frac{\sum V}{N}, \quad (2.1)$$

де V – варіанти досліджу,

N – обсяг групи або числа спостережень в досліді.

Середня величина одним загальним показником характеризує всю групу в цілому і тому зовсім не враховує розмаїтість об'єктів за досліджуваною ознакою. Розходження ці іноді дуже великі, але іноді майже не помітні.

Основним показником розмаїтості значень ознаки у групі є середнє квадратичне відхилення ( $\sigma$ ). Сигму застосовують як самостійний показник, а також як основу для розрахунку багатьох інших біометричних показників, таких як коефіцієнт варіації, похибки репрезентативності, коефіцієнти кореляції та регресії, елементи дисперсійного аналізу тощо. Обчислення сигми проводять за наступною формулою:

$$\sigma = \frac{\sum(X - X_i)^2}{\sqrt{n-1}}, \quad (2.2)$$

Способи розрахунку помилок репрезентативності середньої арифметичної може бути розрахована за формулою [14].

:

$$M\bar{x} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}, \quad (2.3)$$

де  $\sigma$  – дисперсія.

## 2.5. Характеристика досліджених стимуляторів росту

Калійамоній гідрофосфат  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ , також відомий як аммоній фосфат монобазичний, застосовується в різних галузях. Ось деякі з його застосувань: (таблиця 3).

## Застосування калійамоній гідрофосфат у різних галузях промисловості

Назва :	Опис:
<b>Добриво</b>	Використовується у сільському господарстві як добриво. Фосфати є важливими поживними речовинами для рослин, і калійамоній гідрофосфат може використовуватись для підживлення рослин, сприяючи їхньому зростанню і розвитку.
<b>Хімічна промисловість</b>	Використовується для виробництва фосфатних солей, які потім можуть бути використані в хімічних процесах, виробництві реактивів тощо.
<b>Харчова промисловість</b>	Іноді використовується як стабілізатор рН або регулятор кислотності в харчовій промисловості, особливо в процесі консервації харчових продуктів
<b>Лабораторні дослідження</b>	Використовується у лабораторних умовах як компонент у хімічних реакціях або для приготування різних реактивів.
<b>Технічні застосування</b>	Використовується у виробництві

пожежних розчинників та вогнегасників.
--

Дигідрофосфатний калій – продукт, який широко використовується в сільському господарстві для підживлення різноманітних культур, включаючи господарські, зернові, фруктові, овочеві та інші. Він значно підвищує урожайність, прибутковість і якість врожаю. Маючи численні переваги, такі як стійкість до вилягання і захворювань, профілактика передчасного старіння та покращення харчової цінності, він допомагає покращити здоров'я рослин і збільшити їх урожайність. Калійний дигідрофосфат є новим висококонцентрованим добривом, що містить близько 52% пентоксиду фосфору та близько 34% оксиду калію.

#### Переваги добрива

Комплексне висококонцентроване мінеральне добриво, що застосовується в аграрному секторі для живлення всіх видів рослинних культур. Це добриво містить значну кількість максимально доступного фосфору у водорозчинній формі. Усі поживні елементи у цьому добриві знаходяться у формі, яка легко засвоюється, що забезпечує швидкий початок розвитку посівів на ранніх етапах росту.

#### Основні норми внесення добрива (на м<sup>2</sup>):

- Для весняного перекопування окультуреного ґрунту потрібно 20-30 г.
- Для удобрення неокультуреного ґрунту при перекопуванні рекомендовано вносити 30-40 г.
- Для вирощування картоплі – 5-10 г.
- Під ягідні кущі (смородина, агрус, малина та інші) необхідно не менше 10 г для молодих рослин (до двох років) і 20 г для старших кущів.

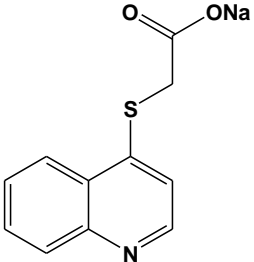
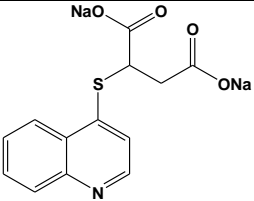


- При підгодівлі суниці або полуниці гранули вносять у борозенки вздовж лінії росту кущів у кількості 5 г.м
- Для дорослих плодоносних дерев рекомендується внести близько 20 г у пристовбурні кола перед початком вегетаційного періоду.
- При підготовці закритого ґрунту в теплиці або оранжереї потрібно приблизно 40 г.
- Для квітів на ділянці при осінньому розпушуванні у клумби вносять 25 г на м<sup>2</sup>.

Об'єкти дослідження – похідні хіноліну та ортофосфорної кислоти(табл. 4).

**Таблиця 4**

**Сполуки для дослідження, як регулятори росту рослин**

№ сполуки	Структурна формула	Назва	Брутто-формула
Сполука 1		Натрієва сіль (хінолін-4-ілтіо)оцтової к-ти	C <sub>11</sub> H <sub>8</sub> NNaO <sub>2</sub> S
Сполука 3		Динатрієва сіль 2-(2-метилхінолін-4-ілтіо)-сукцинатна кислота	C <sub>13</sub> H <sub>9</sub> NNa <sub>2</sub> O <sub>4</sub>
Сполука 3	KNH <sub>4</sub> HPO <sub>4</sub> *2H <sub>2</sub> O	Калійамонійгідрофосфат	

Синтезовано сполуки за відомою методикою [4, 7] з відповідними фізико-хімічними та спектральними даними, що відповідають даним літератури.

Сполука 3 – Гідрофосфат амонію-калію - неорганічна сполука, подвійна сіль натрію, амонію та ортофосфорної кислоти з формулою  $K(NH_4)HPO_4$ , безбарвні кристали, розчиняється у воді, нерозчинний у спирті, утворює кристалогідрати.

Хімічні властивості

Хімічна формула:  $KNH_4HPO_4$

Молекулярна маса: 154.09 г/моль

Тип сполуки: Сіль, утворена шляхом нейтралізації ортофосфорної кислоти ( $H_3PO_4$ ) з гідроксидом калію (KOH) та аміаком ( $NH_3$ ).

*Фізичні властивості*

Стан при нормальних умовах: Тверда кристалічна речовина білого кольору.

Розчинність у воді: Висока розчинність, що збільшується з підвищенням температури. При  $20^\circ C$  розчинність становить приблизно 22.6 г на 100 мл води.

Температура плавлення:  $253^\circ C$  (розкладається).

Реактивність і стабільність

Стабільність: Стабільний при звичайних умовах, але може розкладатися при високих температурах, утворюючи діоксид фосфору, воду та аміак.

Не реагує із більшістю органічних і неорганічних речовин за нормальних умов.

Термічні властивості

При нагріванні до температури плавлення починає розкладатися, що робить його корисним як добриво з контрольованим вивільненням елементів.

Не вважається токсичним для довкілля при нормальному використанні, але зайва кількість у водоймах може спричинити евтрофікацію.

## **2.7** Визначення температури плавлення капілярним методом

Температуру плавлення органічних речовин визначають капілярним методом. Речовину (нафталін, бензойна кислота або інша хімічно чиста речовина) висушують, подрібнюють і вводять до капіляру, для чого відкритим кінцем набирають її невелику кількість і, постукуючи, переміщують у запаяний кінець

капіляру. Так повторюють до отримання на дні капіляру стовпчика речовини висотою 2-3 мм. Капіляр з речовиною укріплюють на термометрі за допомогою кільця, вирізаного з гумової трубки, так щоб стовпчик речовини знаходився на рівні середини ртутного резервуару термометра [24].

Термометр з капіляром вставляють у чисту суху пробірку (на відстані 0,5-1 см вище дна) за допомогою пробки з отвором. Пробірку з термометром закріплюють вертикально в лапці штативу і підводять під неї склянку з водою, якщо температура плавлення досліджуваної речовини не вище 100 °С. Якщо температура плавлення досліджуваної речовини вище 100°С, то використовують вазелінове масло, гліцерин, етиленгліколь. Склянка повинна знаходитися на відкритому азбестовою сіткою кільці штативу. Рівень теплопровідної рідини в склянці повинен бути вище верху ртутного резервуару термометра в пробірці, а пробірка – вище дна склянки не менше ніж на 1 см.

Зібраний прилад повільно нагрівають на слабкому вогні пальника, або електронагрівальному приладі. Спостерігають за підвищенням температури і станом стовпчика досліджуваної речовини в капілярі (зміна кольору, злипання, намокання). Коли стовпчик речовини почне помітно спадати й мокнути, нагрівання припиняють. Початком плавлення вважають появу першої рідкої краплини в капілярі, а закінченням – зникнення останніх кристалів [24].

## 2.8. Метод тонкошарової хроматографії

Тонкошарова хроматографія (ТШХ) є площинним різновидом рідинної хроматографії, в якій рухлива фаза рухається в пористому середовищі шару адсорбенту. Поділ в цьому методі в основному відбувається на основі сорбції-десорбції. Крапля розчину досліджуваної речовини міститься на лінії старту платівки, що встановлюється вертикально в кювету з розчинником. Розчинник піднімається по платівці завдяки капілярності й переносить розчинені в ньому компоненти, але з різними швидкостями, оскільки вони адсорбуються по-різному.

У результаті утвориться послідовність смуг, які можна ідентифікувати за допомогою реактиву або за відстанню, на яку вони просунулися за певний час. При використанні придбаних платівок, для хроматографування їх необхідно попередньо підготувати. Це пов'язано з тим, що адсорбенти платівок при зберіганні сорбують не тільки вологу, але й інші речовини, що містяться в повітрі. При використанні непідготовлених платівок в процесі хроматографування з'являється фронт «бруду», який може заважати визначенню речовин. Для поділу речовин використовуються платівки *Silufol* на металевій основі [25-27].

Для проведення ТШХ певну кількість речовини (20 мг) розчиняємо у 0,5 см<sup>3</sup> суміші метанол – ДМФА (1:1) і наносимо на лінію старту. Після нанесення досліджуваних речовин на пластину необхідно домогтися повного видалення розчинників, тому що навіть невеликий вміст розчинника в досліджуваній речовині може вплинути на розподіл. Видалення розчинників зазвичай проводять природною сушкою платівок протягом 5-10 хв., або в сушильній шафі. Далі платівку містимо у хроматографічну камеру, частково заповнену сумішшю метанол – ДМФА (1:1) приблизно на 20 хв., до того моменту, коли лінія розчинника сягне лінії фінішу. Після процесу поділу досліджуваних речовин платівки сушимо, оскільки при наявності на платівці навіть слідів розчинника, можливо отримати неправильні результати хроматографування.

Якщо хроматографічна система мала у своєму складі тільки легкокиплячі компоненти, то достатньо природної сушки протягом 3-5 хвилин. Якщо ж до складу системи входять висококиплячі рідини (спирти, вода, органічні кислоти і т.д.), сушку платівки потрібно проводити не менше 10 хв. або поміщати платівку в сушильну шафу. Висушена платівка є хроматограмою досліджуваних речовин.

Для визначення місця розташування плям розділених речовин на хроматографічній платівці розглядаємо її використовуючи ультрафіолетове світло. Так, визначивши якість хроматографування (відсутність «хвостів» поділених речовин або перекриття їх плям, правильну форму та розміри, відсутність злиття

хроматографічних доріжок і т.д.) і визнавши придатним проведений поділ для подальшого дослідження, визначаємо  $R_f$  виявлених плям. На початку визначаємо відстань, що пройшов фронт розчинника від лінії старту до місця, де знаходився фронт в момент закінчення хроматографування. Потім визначаємо відстань від лінії старту до центру плями розділеної речовини і розраховуємо значення  $R_f$  даних сполук за відношенням між відстанню, яку пройшли дані сполуки ( $L$ ) і відстанню, яку пройшов фронт розчинника ( $L_0$ ) [2.1]:

$$R_f = L / L_0, \quad (2.1)$$

де  $R_f$  – це швидкість переміщення речовини при хроматографічному розділенні, яка дорівнює відношенню довжини пробігу речовини до довжини пробігу розчинника (відстань між стартовою лінією та фронтом розчинника). Плями не завжди мають круглу форму та чіткі границі. Вони можуть дифундіювати та розпливатися рівномірно у всі сторони та напрямки (утворюються «хвости» ззаду основної плями). Утворення «хвостів» небажане, оскільки при цьому може відбуватися перекривання зон або маскування однієї зони іншою [28-31].

Значення  $R_f$  – величина безрозмірна і має значення від 0 до 1. Проте в літературі найчастіше використовується такий показник як  $R_f \times 100$ , який є тим же  $R_f$ , але помноженим на 100 для того, щоб не оперувати десятковими значеннями. На значення  $R_f$  не впливає відстань, пройдена фронтом розчинника, однак у багатьох методиках описується проходження фронту на відстань 10 см. Це використовується тільки для полегшення розрахунків  $R_f$  [28-31].

## 2.9. Методика визначення ліпофільності

Ліпофільність визначали за допомогою комп'ютерного пакета програм Chem Office 6.0.1. LogP є коефіцієнт розподілу сполуки між н-октанолом та водою [34].

Ключовим параметром у вивченні зв'язку між структурою та біологічною активністю органічних сполук є коефіцієнт розподілу в системі н-октиловий спирт – вода ( $P_{ow} = C_{octanol}/C_{water}$ ). Знайдено кореляції між величиною  $P_{ow}$  і токсичністю, проникненням штучних та натуральних мембран, біологічною активністю препаратів неспецифічної дії, біоакмуляцією, адсорбцією ґрунтами тощо. Проте експериментальне визначення  $P_{ow}$  дуже трудомістке і потребує багато часу. Тому загалом прийнято використовувати розрахункові методи їх оцінки.

Адекватність адитивних методів розрахунку коефіцієнтів розподілу, та повноти набору експериментальних значень  $P_{ow}$ , на яких ця модель побудована. Для вимірювання коефіцієнтів розподілу обирають метод «струшування» із спектрофотометричним аналізом фаз.

Було запропоновано прийом, який дозволяє швидко здійснити калібрування малорозчинної у воді речовини та підвищити точність результату. Він полягає у додаванні до аліквоти водної фази співрозчинника (хлоридна кислота, етанол), який збільшує граничну розчинність сполуки і, таким чином, виключає похибки, що можуть з'явитися при калібруванні. При цьому розчинник не вводиться в екстракційну систему, а додається до пробки рівноважної водної фази.

Визначали коефіцієнт розподілу методом «струшування» екстракцією речовини з октанолом (концентрація  $10^{-2} - 10^{-4}$  моль/л) та водою (співвідношення об'ємів води і октанолу = 5 : 1). Досліджувану речовину розчинили у розчині у 10 мл води та у системі октанол-вода (10 і 15 мл відповідно). Систему помістили у ємкість з пришліфованою пробкою та інтенсивно струшували 2 год. при температурі  $18 \pm 0,5$  °С. Вміст ємкості центрифугували 10 хв. при 8000 об/хв. Відділивши октаноловий шар визначали оптичну щільність води в межах 200-350 нм та аналізували в односантиметрових кюветах на спектрофотометрі СФ-46 при

ультрафіолетовому діапазоні ( $\lambda = 328$  нм). Коефіцієнт розподілу визначали за формулою 2.2 :

$$P = \lg P = \lg (D_1 - D_2) \cdot V_{\text{заг}} / D_2 V_{\text{окт}}, \quad (2.2)$$

де  $D_1$  – оптична щільність розчину до розподілу;

$D_2$  – оптична щільність розчину після розподілу;

$V_{\text{заг}}$  – загальний об'єм проби, мл;

$V_{\text{окт}}$  – об'єм води, використаний для екстракції, мл [25-29].

**2.10.** Розрахунок токсичності хімічних сполук на основі молекулярного моделювання

Для створення достовірних моделей «структура-токсичність» та аналізу отриманих результатів комп'ютерного моделювання використовують програмні рішення GUSAR (ФРН), [5,8].

Програмне забезпечення GUSAR складається з унікального алгоритму самоузгодженої регресії, що дозволяє вибирати оптимальний набір дескрипторів – як структурної будови, так й біологічної активності для побудови достовірних QSAR моделей на основі програмного ядра. Їх розрахунок заснований на результатах автоматичного прогнозування за допомогою програми PASS для більш ніж 4000 видів біологічної активності. Для репрезентації молекулярної структури використовуються дескриптори багаторівневих атомних околиць MNA (Multilevel Neighborhood of Atoms), які найкраще підходять для прогнозування біотрансформації сполук, та кількісні дескриптори атомних околиць QNA (Quantitative Neighbourhoods of Atoms) [5, 28].

## 2.11. Статистична обробка отриманих результатів

Статистичну обробку результатів проводили за допомогою методів варіаційного аналізу, що включали обчислення середнього арифметичного значення кожного з показників (M) та похибки середньоквадратичного відхилення досліджених речовин (s). Вірогідність відмінностей між середніми величинами оцінювали за t-критерієм Ст'юдента за допомогою комп'ютерної програми SPSS

Відмінності отриманих результатів оцінювали як статистично достовірні у випадках, коли ймовірність випадковості у відмінності між показниками не перевищувала 0,05.



## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

### 3.1. Технологія виробництва насінневих бомбочок (власна розробка)

Насінневі бомбочки – це проста та ефективна ідея для покращення навколишнього середовища. З їх допомогою можна створити красиві квіти, збільшити біорізноманіття і оздоровити екологію. Важливо пам'ятати про безпеку при роботі з бомбочками і використовувати тільки якісні насіння.

Для створення насінневих бомбочок потрібно:

1. Вибрати матеріал, з якого будуть робити бомбочки для насіння: краще повітряно-суха глина.

2. Змішати глину з регулятором росту рослин (розприділивши рівномірно) у відповідних пропорціях та змочити цю суміш водою, щоб можна було ліпити кульки.

3. Додати суміш насіння до основної маси, яка використовується.

5. Використовуючи глину, стисніть суміш, поки не отримаєте насінневу бомбу розміром з м'яч для гольфу. Не забудьте віджати зайву воду.

6. Після того як у нас в руках утворилась кулька ,можемо вкласти в горщик,де вони будуть проростати .

Для експеременту виробляли кульки по 50 грам. 1 горщик по 10 кульок з чотирьохразовою повторюваністю з різними регуляторами росту та контроль (рис. 2).

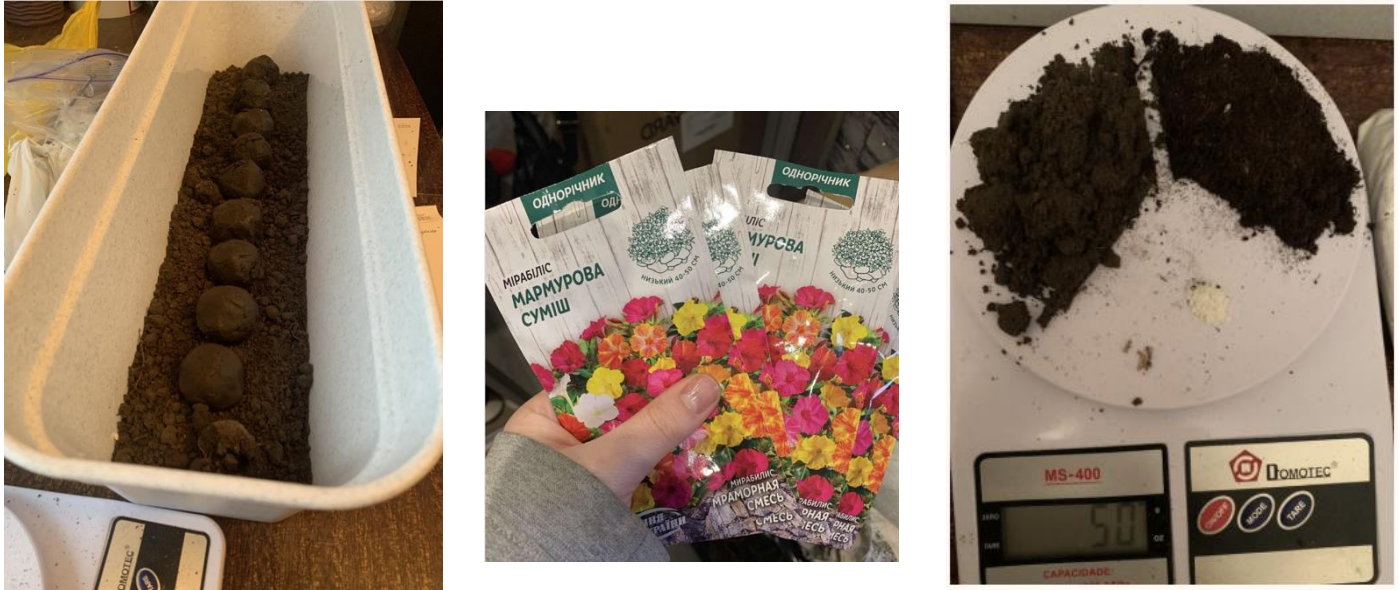


Рис. 2. Виробництво насінневих бомбочок

### 3.2. Вплив стимуляторів росту на проростання насіння квітки «Мірабіліс»

Одним із ключових параметрів оцінки якості насіння є його схожість, оскільки від ступеня схожості залежать норми висіву та інші біологічні особливості посівного матеріалу. Зазвичай кількість пророслого насіння в лабораторних умовах вища, ніж у польових. Однак лабораторна схожість насіння демонструє потенційну кількість проростків, яку можна отримати за сприятливих умов. Було проаналізовано такі характеристики якості насіння квітки «Мірабіліс», як лабораторна схожість, динаміка та енергія проростання.

На рисунку 3 показана динаміка проростання насіння «Мірабіліс» у контрольному варіанті та у варіантах із застосуванням традиційних стимуляторів росту протягом експерименту. Визначали, скільки насінин проросло щодоби в штуках і відсотках від загальної кількості закладеного насіння.

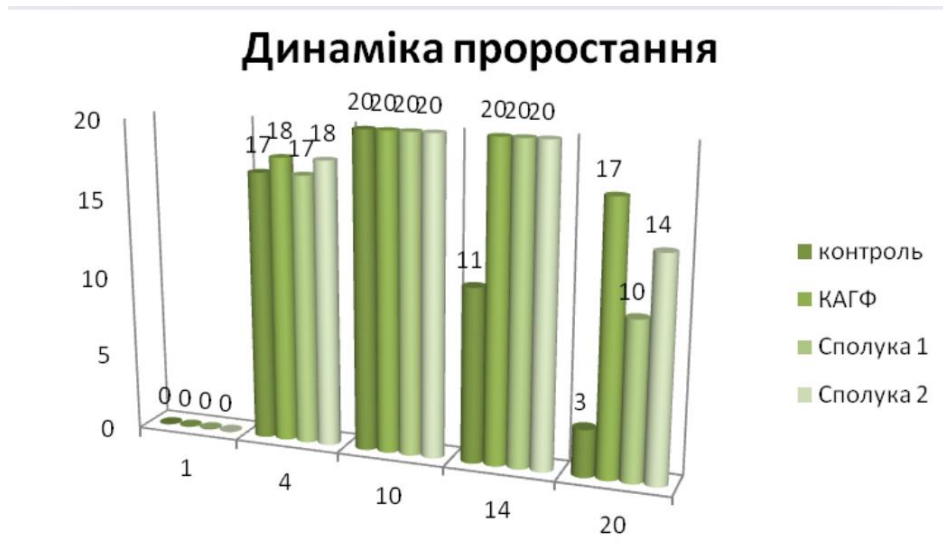


Рис.3. Динаміка проростання насіння «мерабілісу» за дії регуляторів росту рослин Контрольний варіант. Енергія проростання насіння на 4-у добу склала 85 %. Найбільший відсоток пророслого насіння зафіксований на 10-у добу експерименту. В контрольному варіанті на 10-у добу проросло усе насіння, а отже, лабораторна схожість насіння склала 100 %. Проте на 20 добу у контролі спостерігається пригнічення росту та практично повністю паростки «Мерабілісу» пропали залишилось від початкової кількості 15 %. ( рис .4)



Рис. 4. Контрольний варіант проростання «Мерабілісу»

Натрієва сіль хінолін-4 -ілтіо оцтова к-та (сполука 1). Кількість пророслого насіння на 4-у добу становила 85%. Лабораторна схожість на 10 добу склала, як і в контролі, 100 %. Дещо краща тенденція порівняно з контролем спостерігалась у мерабілісу та кількість його пророслих насінин на 20 день становила 50 % від загальної кількості. Це може бути пов'язано з дещо зовеликою дозою препарату у ґрунті, тому в подальшому будуть проводитись більш детальні дослідження. (рис.5.)



Рис.5. Варіант проростання «Мерабілісу» за дії натрієвої солі хінолін-4 -ілтіо оцтової к-ти (сполука 1)

Калій амоній гідрофосфат. Енергія проростання насіння становила 90.0 % на 4 добу. Лабораторна схожість склала 100 % на 10 добу. На 20 добу кількість проростків становила 17 шт і це 85 % від загальної кількості. Рис 6



Рис.6. Варіант проростання «Мерабілісу» за дії калій амоній гідрофосфат

Динатрієва сіль хінолін-4-ілтію сукцинатна к-та (сполука 2). Як і у випадку з калійамоній гідрофосфатом, перший пік проростання (енергія проростання) насіння спостерігається на четверту добу експерименту, при чому проросла кількість насіння в цей період становить 90%. Подальше зростання відбувається, і на десяту добу проросло усе насіння, досягнувши схожості на 100%. Однак на двадцять добу кількість проросків склала лише 70% від загальної кількості.



Рис. 7. Варіант проростання «Мірабілісу» за дії динатрієвої солі хінолін-4-ілтіо сукцинатної к-ти (сполука 2)

### 3.3. Вплив стимуляторів росту на морфометричні показники проростків «Мірабілісу»

Таблиця 5

**Вплив стимуляторів росту на морфометричні параметри проростків рослини «Мірабіліс» (8-а доба експерименту)**

<b>Варіант</b>	<b>Довжина головного кореня, см</b>	<b>Довжина гіпокотилію, см</b>	<b>Площа сім'ядольних листочків, мм<sup>2</sup></b>

<b>Контроль</b>	$0.4 \pm 0,08$	$1.8 \pm 0,10$	$13,9 \pm 0,58$
<b>КАГФ</b> (калій амоній гідрофосфат)	$3.1 \pm 0,76$	$2.9 \pm 0,60$	$15,3 \pm 2,25$
<b>Сполука 1</b> (натрієвої солі хінолін-4 -ілтіо оцтової к-ти)	$1.9 \pm 0,69$	$2,8 \pm 0,23$	$16,7 \pm 0,75$
<b>Сполука 2</b> (динатрієва сіль хінолін-4-ілтіо сукцинатної к-ти)	$2,0 \pm 0,53$	$4.9 \pm 0.12$	$25,3 \pm 0,45$

Для кращого розуміння і адекватної оцінки впливу стимуляторів на інтенсивність росту вегетативних органів проростків, крім середнього арифметичного та його похибки (табл. 5), були розраховані їх величини відносно контрольних значень.

**Корінь:** Середня довжина головного кореня проростків при використанні **Сполука 1** становила в середньому 1,9 см. Дещо кращий позитивний вплив показала **Сполука 2** (динатрієва сіль хінолін-4-ілтіо сукцинатної к-ти). Найкращі були результати за дії КАГФ.

**Гіпокотиль:** Найбільша довжина гіпокотилю серед варіантів із використанням стимуляторів спостерігалася у варіанті **Сполука 2** (динатрієва сіль хінолін-4-ілтіо сукцинатної к-ти). Друге місце посіли КАГФ.

**Сім'ядольні листки:** Найбільшу площу сім'ядольних листків серед дослідних варіантів мали проростки, за дії **Сполука 2** (динатрієва сіль хінолін-4-ілтіо сукцинатної к-ти) і становили  $25,3 \text{ мм}^2$ .

### 3.4. Полив та контроль вологості квітки Мірабіліс

*Частота поливу:* Мірабіліс не потребує частого поливу, однак, на початкових етапах росту, особливо під час проростання, необхідно підтримувати вологість ґрунту. Регулярний полив в цей період сприяє швидкому росту кореневої системи та здоровому розвитку рослини.

*Обсяг води:* Полив повинен бути достатнім для того, щоб зволожити ґрунт на глибину до 15-20 см. Це сприятиме глибокому проникненню коренів і стійкості рослини до посушливих умов.

*Методи поливу:* Ідеально підходить крапельний полив, який забезпечує поступове і рівномірне надходження води до кореневої системи, зменшуючи ризик пересихання або перезволоження ґрунту.

#### Полив під час сідбомбінгу

У контексті сідбомбінгу, де рослини висаджуються у малоконтрольованих умовах, важливо враховувати наступне:

*Початковий полив:* Після розкидання насінневих бомбочок необхідно забезпечити достатній початковий полив, щоб насіння могло прорости. Це може бути природний дощ або організований полив із застосуванням лійки або шланга.

*Підтримання вологості:* У посушливий період рекомендується проводити додаткові поливи. Однак важливо враховувати можливості та обмеження міського середовища, де не завжди є можливість для регулярного поливу.

*Адаптація до умов:* Мірабіліс добре адаптується до умов середовища, тому при тривалих посухах він може перейти в стан спокою і відновитися після отримання достатньої кількості води.

Полив є критично важливим фактором у вирощуванні мірабілісу, особливо в умовах сідбомбінгу. Забезпечення правильного режиму зволоження допоможе рослині швидко адаптуватися до нового середовища і забезпечити пишне цвітіння. Завдяки своїй витривалості та невибагливості, мірабіліс є ідеальною рослиною для



озеленення міських просторів, а правильний підхід до поливу значно підвищує шанси на успішне озеленення території.

В дослідженні я використовувала пульверизатор. Загальні рекомендації:

**Частота поливу:** На початкових етапах росту мірабілісу необхідно забезпечувати регулярний полив, щоб підтримувати вологість ґрунту. Після того, як рослина вкорениться, полив можна зменшити.

**Обсяг води:** Полив пульверизатором дозволяє рівномірно розподіляти воду по поверхні ґрунту і рослині, забезпечуючи достатнє зволоження, але уникаючи перезволоження.

**Методи поливу:** Використання пульверизатора особливо ефективно для міських умов, де доступ до великих обсягів води може бути обмежений. Пульверизатор дозволяє акуратно і ефективно зволожувати рослини, не пошкоджуючи їх.

#### Переваги використання пульверизатора

*Економія води:* Полив за допомогою пульверизатора дозволяє точно контролювати кількість використовуваної води, що важливо в умовах обмежених ресурсів.

*Зручність використання:* Пульверизатор легкий у використанні і дозволяє рівномірно зволожувати рослини, не пошкоджуючи їх.

*Підвищена ефективність:* Завдяки точному розпиленню води, рослини отримують необхідну кількість вологи без надлишку, що сприяє їх здоровому росту і розвитку.

На фото нижче вказаний календарі поливу квітки Мірабіліс (рис. 8)



Рис. 8. Графік поливу насінневих бомбочок

### 3.5. Молекулярні дескриптори нових регуляторів росту рослин

За допомогою використання пакетів ACD/Labs 1 шляхом використання фізико-хімічних дескрипторів для знаходження кількісного співвідношення

«структура – властивість» було отримано деякі фізико-хімічні константи сполук (табл. 6).

**Таблиця 6**

**Важливі молекулярні дескриптори досліджених сполук**

№ з/п	Сполуки	$M_r$ , г/моль	$\log P$ (нейтральна форма)	$\log D$ (pH = 7)	$MR$ , см <sup>3</sup> /моль	T пл.	Rf (оц.-това к-та : вода)
1	Сполука 1	241,07	2,24± 1,04	2,87	73,76	Більше 220 С	42
2	Сполука 2	299,35	1,80± 1,14	3,68	79,20	Більше 220 С	53
3	Сполука 3	279,06	–	–	–	253 розкл	–

Ліпофільність, або гідрофобність, є важливою властивістю будь-якої біологічно активної сполуки. Це стосується того, як речовина розподіляється між двома фазами, які не можуть змішуватися, такими як октанол і вода (це система, яка використовує користування). Використовуючи відповідний дескриптор, можна легко відрегулювати ліпофільність речовини, дозволяючи оцінити її здатність проходити через біологічні мембрани.

Коли досліджувана речовина знаходиться в водній фазі у вигляді молекул (незаряджених часток) для характеристики ліпофільності використовують показник  $\log P$  ( $P$  – коефіцієнт розподілу на межі октаном – вода).

Якщо досліджувана речовина у водному розчині частково знаходиться в дисоційованому стані у вигляді заряджених часток (йонів), то буде існувати певна динамічна рівновага між різними формами сполуки, яка буде змінюватись в залежності від рН середовища.

Ліпофільність такої системи буде визначатись коефіцієнтом розподілу  $\log D$  – співвідношення сум активностей всіх компонентів органічної та водної фаз.

Для порівняння взято отримані квантово-хімічним розрахунком значення ліпофільності  $\log P$  для нейтральних форм (хінолін-4-ілтію)карбонових кислот (сполуки I,2) та значення коефіцієнту розподілу  $\log D$  при рН = 7.

Було показано, що значення  $\log D$  для досліджуваних сполук були значно нижчими, ніж значення  $\log P$ . Цю розбіжність можна пояснити тим, що в останньому випадку враховується кислотно-лужне рівномірно розчинених речовин. Зміну ліпофільності внаслідок здатності речовини дисоціювати на іони у водному розчині можна пояснити наступним чином. Оскільки вода – полярний розчинник ( $\mu=1,86 D$ ), а дипольний момент октанолу набагато менший (його можна прийняти за неполярний розчинник), то йони, які будуть утворюватись у водному середовищі, майже не будуть дифундувати у органічний шар і концентрація йонів у ньому буде обумовлена в основному переходом незаряджених молекул речовини, внаслідок чого значно зменшиться концентрація речовини у органічній фазі.

Оцінка ліпофільності ( $\log D$ ) має вирішальне значення для визначення здатності проникнути через біологічні мембрани та викликати біологічну відповідь (хінолін-4-ілтію) карбонових кислот, які можуть існувати у вигляді йонів у водному розчині. Однак, ця модель має певні недоліки: по-перше, рН у різних місцях ШКТ доволі сильно коливається – від слабколужного у ротовій порожнині до кислого у шлунку і слабколужного у кишечнику, що може спричинити деструкцію препарату і, як наслідок, відсутність очікуваного терапевтичного

ефекту, по-друге, не враховується механізми всмоктування лікарських речовин, які відрізняються від простої дифузії, тобто, активний транспорт речовин через біомембрани з участю переносників.

Усі досліджувані сполуки (сполуки 1,2) згідно «правила п'яти» Ліпінського можуть проявити високу біологічну активність.

### 3.6. Токсичність досліджених сполук

Таким чином, варіюючи замісники в кислотах і основах, можливо керувати ступенем їх іонізації, тобто кількістю іонізованих форм у розчинах, що важливо для проявлення біологічної активності, зокрема за рахунок змінення проникання речовин через мембрани та за рахунок різноманітної взаємодії з мембранами нейтральних і іонізованих молекул. Відомо, що органічні сполуки, як правило, є достатньо слабкими кислотами та основами. Структурні зміни в їх молекулі призводять до збільшення або зменшення кислотності та основності. Також відомо, що активність багатьох антибактеріальних препаратів групи акридину залежить від константи іонізації цих сполук [29]. Максимально іонізовані сполуки мають найбільшу бактеріостатичну активність. За результатами вивчення токсичності досліджених сполук за допомогою моделей GUSAR (ФРН) встановлено, що данні сполуки можна віднести до малотоксичних речовин (табл. 7).

**Таблиця 7**

**Прогнозована токсична дія досліджених сполук**

Сполука	Внутрішньоочеревний шлях введення LD <sub>50</sub> , мг/кг (GUSAR)	Оральний шлях введення LD <sub>50</sub> , мг/кг GUSAR
1	492,3	758,5
2	460,6	603,2

3	610,9	929,9
---	-------	-------

Токсичність досліджених сполук при внутрішньовенному введенні знаходиться в межах 490,3–763,6 мг/кг, при внутрішньоочеревному введенні діапазон значень поступово зменшується до 452,9 – 747 мг/кг, при пероральному введенні – до 1087- 1302 мг/кг.

Таким чином, прогнозована токсичність досліджених сполук корелює з фізико-хімічними властивостями, які обумовлюють біодоступність.

## ВИСНОВКИ

1. Аналіз впливу біологічно активних речовин – стимуляторів росту на характеристики проростання насіння *Mirabilis* свідчить, що із нових синтезованих речовин (Натрієва сіль хінолін-4 -ілтіо оцтова к-та, Динатрієва сіль хінолін-4-ілтіо сукцинатна к-та) сприяють майже однаковому позитивному ефекту, а серед досліджених традиційних препаратів краще впливає калій амоній гідрофосфат.

2. Порівняння дії динатрієвої солі хінолін-4-ілтіо сукцинатна к-та і калій амоній гідрофосфат доводить більш виражений позитивний вплив останнього на характеристики стійкості пророслого насіння дослідженого виду.

3. Переваги насінневих бомбочок. Проста посадка. Не потрібно копати ямки чи використовувати горщики. Доступність. Інгредієнти можна легко знайти, а процес виготовлення простий. Екологічність Насінневі бомбочки сприяють збереженню біорізноманіття і поліпшенню екологічного стану.

4. Використання препаратів регуляторів росту є перспективним у технологічному процесі для покращення посівних якостей насіння *Mirabilis* у вигляді насінневих бомбочок.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. [https://ev.vue.gov.ua/wp-content/uploads/2023/10/4.-KHilchevskyy-V.K.\\_Ahrohidrokhimiiia23.02.21-r..pdf](https://ev.vue.gov.ua/wp-content/uploads/2023/10/4.-KHilchevskyy-V.K._Ahrohidrokhimiiia23.02.21-r..pdf) Хільчевський В.К. Агрогідрохімія: підручник. – Київ: ДІА. – 2021. – 176 с.
2. Н.Ф. Чешко, Ю.Л. Цапко ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського» ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОДИНАМІЧНОГО ПІДХОДУ ДО ОЦІНКИ РУХОМОСТІ КАЛЬЦІЮ У ҐРУНТАХ [https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/10157/1/Vkhnau\\_grunt\\_2012\\_3\\_5.pdf](https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/10157/1/Vkhnau_grunt_2012_3_5.pdf)
3. <https://klebrig.com.ua/ua/a486645-diamonijfosfat-gidrofosfat-amoniyu.html>
4. Патент України № 100654, МПК С07D213/16; С07С55/10; С07С153/01. Динатрієва сіль 2-(піридин-4-ілтіо)бурштинової кислоти, що має антиоксидантну, антигіпоксичну, антидепресивну та ноотропну активність / Петруша Ю.Ю., Омелянчик Л.О., Беленічев І.Ф.; заявник і патентовласник ЗНУ; Заявл. 20.03.2012; Опубл. 10.01.2013. Бюл. № 17. 11 с.
5. Петруша Ю.Ю., Омелянчик Л.О., Бражко О.А., Завгородній М.П. Пошук стимуляторів росту для сільськогосподарських культур серед S-гетерилзаміщених природних амінокислот. Матеріали міжнародної конференції.
6. Корнет М.М., Бражко О.А., Дударєва Г.Ф. Рістрегуляторна активність 4-тіопхідних хінолінів. Збірник тез III Міжнародної науково-практичної конференції.
7. Кулаичев А. П. Методи та засоби комплексного аналізу даних. Москва: ФОРУМ: ИНФА-М, 2006.
8. Лабенська І. Б. Бурштинова кислота як потенційний фармакофор при створенні нових біорегуляторів на основі азотовмісних гетероциклів. Фармакологія та лікарська токсикологія, 2016.
9. Бессонова В.П. Практикум з фізіології рослин. Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2006.



10. Мацкевич В.В., Подгаєцький А.А., Філіпова Л.М. Мікроклональне розмноження окремих видів рослин. Біла Церква: БНАУ, 2019.
11. Дерев'яно Н.П., Бражко О.А., Завгородній М.П., Васильєва Т.М. Ефективність та безпечність використання нових стимуляторів росту рослин. Агроекологічний журнал, Київ, 2016.
12. Дерев'яно Н.П. Розвиток кореневої системи квітів під впливом регуляторів росту. Збірник наукових праць Харківського національного аграрного університету.
13. Бражко О. А. Біологічно активні похідні хіноліну та акридину з азото- та сірковмісними функціональними групами. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук.
14. Агностикова В.Н. Рост рослин та природні регулятори. Москва: Наука, 1977.
15. Антипенко Л. М. та ін. Дослідження рістрегулюючої активності [1,2,4]триазоло[1,5-с]-хіназолін-2-ілсульфаніл)карбонових кислот та естерів. Збірник тез конференції.
16. Zavgorodniy M. P., Brazhko A. A., Veselkov A. V. QuS: A Software for Automated QSAR analysis of Biologically Active Compounds. *Chemistry of Nitrogen Containing Heterocycles, CNCH-2015: VII Intern. Conf., 9-13 November, 2015. Book Abstr.* Kharkiv : Ekskluziv Publ., 2015. P. 26.
17. Murashige T., Scoog F.A revised medium for rapid, growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. plantarum.* 1962. V.15. N.3. P. 473.
18. Kumari L., Salahuddin, Mazumder A. Synthesis and biological potentials of Quinoline Analogues: a review of literature. *Mini-Reviews in Organic Chemistry.* 2019. Vol. 16. №7. P. 653-688.
19. Derevianko N. Effectiveness of OF Growth Regulators, Based on the Heterylcarbon Acid, on Root System of Flowers. International Scientific conference

«International Trends in Science and Technology». October 17, 2017 Warsaw, Poland. Vol.1. – 2017. – P. 45-48.

20. Brazhko O. A., Zavgorodniy M. P. Synthesis and biological activity of derivatives (2-methyl(phenyl)-6-r-quinolin-4-yl-sulphanyl) carboxylic acid. *Science Review*. 2017. Vol. 7(7). P. 8-16.

21. Brazhko O. O. The biological activity of 4-thioquinolines (Review). Вісник Запорізького національного університету. Запоріжжя, 2014. № 2. С. 225–236.

22. Петруша Ю.Ю. Пошук ростостимуляторів сільськогосподарських культур серед S-гетерилзаміщених природних амінокислот / Ю.Ю. Петруша, Л.О. Омелянчик, О.А. Бражко, М.П. Завгородній //

23. Brazhko O. A., Zavgorodniy M. P. Synthesis and biological activity of derivatives (2-methyl(phenyl)-6-r-quinolin-4-yl-sulphanyl) carboxylic acid. *Science Review*. 2017. Vol. 7(7). P. 8-16.

24. Патент України № 100654, МПК C07D213/16; C07C55/10; C07C153/01. Динатрієва сіль 2-(піридин-4-ілтіо)бурштинової кислоти, що має антиоксидантну, антигіпоксичну, антидепресивну та ноотропну активність / Петруша Ю.Ю., Омелянчик Л.О., Беленічев І.Ф.; заявник і патентовласник ЗНУ; Заявл. 20.03.2012; Опубл. 10.01.2013. Бюл. № 17. 11 с.

25 **Jones, S., et al.** (2015). *Seed bombing: a guerrilla gardening technique for promoting biodiversity in urban landscapes. Journal of Urban Ecology.*

26 **Hershkowitz, A.** (2020). *What is Seed Bombing and Why Is It Making a Comeback?. Inhabitat.* Retrieved from Inhabitat

27. Бессонова В.П. Практикум з фізіології рослин. Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2006. 316 с.

28 Zavhorodnii, M.; Derevianko, N.; Shkopynska, T.; Kornet, M.; Brazhko O. (2022). Influence of derivatives of 2-((6-r-quinolin-4-yl)thio)acetic acid on rhizogenesis

29. [16] Shupeniuk, V. I., Mamykin, S. V., Taras, T. N., Matkivskyi, M. P., Sabadakh, O. P., & Matkivskyi, O. M. (2020). Structure and Morphology of

Anthraquinone Triazene Films on Silicon Substrate. *Physics and Chemistry of Solid State*, 21(1), 117–123. <https://doi.org/10.15330/pcss.21.1.117-123>

30. **Леонова, В.** (2018). *Роль сидбомбінгу у підвищенні біорізноманіття міських екосистем. Український ботанічний журнал.*

31. **Іваненко, П.** (2019). *Сидбомбінг як інструмент міського озеленення. Наукові записки НАН України.*

32. **Петренко, О.** (2020). *Сидбомбінг: теорія і практика.* Харків: Ранок.

33. **Бойко, І.** (2019). *Міське озеленення: методи і техніки.* Львів: Літопис.

34. **Дяченко, М.** (2020). *Партизанське садівництво в Україні: історія та сучасність. Журнал урбаністики та екології.*

35. **Гаврилюк, Л.** (2021). *Екоактивізм: від теорії до практики.* Київ: Наш формат.