

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького

Факультет харчових технологій та біотехнології

Кафедра біотехнології та радіології

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

на тему: «Одержання біогумусу, його ріст-стимулювальні властивості у вирощуванні перцю гірконого Чилі»

Виконала: студентка 4 курсу

Групи 1, спеціальності

162 «Біотехнології та біоінженерія»

_____ Савчак А.Р.

Керівник: к. б. н.,

доцент кафедри біотехнології та радіології

_____ Шемедюк Н.П.

Рецензент: к. т. н.,

доцент кафедри технології молока і молочних продуктів

_____ Михайлицька О.Р.

Робота заслухана на засіданні кафедри біотехнології та радіології і рекомендована до захисту на засіданні ЕК, протокол № 33 від 18. 06. 2024р.

Завідувач кафедри біотехнології та радіології, професор, доктор с.-г. наук

Буцяк В. І. _____

Львів – 2024

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року №384
Форма № Н – 9.01

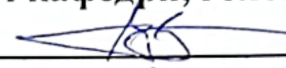
Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С.З.Гжицького

Інститут, факультет, відділення факультет харчових технологій та
біотехнології

Кафедра, циклова комісія кафедра біотехнології та радіології

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Спеціальність 162 «Біотехнологія та біоінженерія»

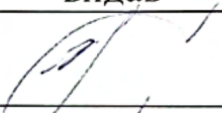
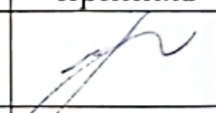
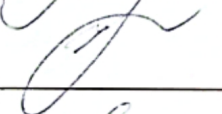
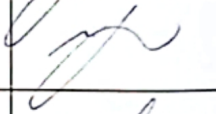
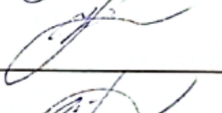
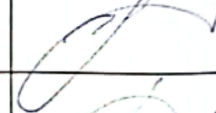
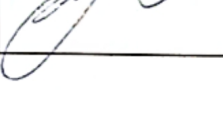

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри, голова циклової
комісії  Буцяк В.І.
«26» 09, 2024 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ
Савчак Анні Романівні**

1. Тема кваліфікаційної роботи «Одержання біогумусу, його ріст-стимулювальні властивості у вирощуванні перцю гіркового Чилі»
Керівник кваліфікаційної роботи: Шемедюк Наталія Петрівна к.б.н., доцент
затвердженні наказом вищого навчального закладу від 19.02.2024 року №139-4
2. Строки подання кваліфікаційної роботи 14.06.2024 року
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Eisenia Fetida, технологія одержання біогумусу, вермикультивування, біопрепарат «Ярос», насіння перцю гіркового Чилі, хімічний склад біогумусу, хімічний склад біопрепарату «Ярос», ріст-стимулювальні властивості біогумусу.
4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити) вступ, огляд літератури, матеріали та методи досліджень, результати досліджень, висновки, список використаних джерел.
5. Перелік графічного матеріалу (із точним зазначенням обов'язкових креслень), діаграми, технологічні схеми, рисунки: Фізіологічні функції фітогормонів, Мікроорганізми, мікро- та макроелементи, які присутні у біогумусі та комерційному біопрепараті «Ярос», Схема дослідження, Вміст амінокислот у зразках, Вміст мінеральних елементів у зразках, Аналіз результатів пророщених насінин (3-тя доба) (M±m), Візуалізація результатів

(робочий розчин біогумусу): а) загальний вигляд насіння в чашці з біогумусом на 3-тю добу; б) вигляд насіння, що проросло, Візуалізація результатів (робочий розчин біогумусу): а) загальний вигляд насіння в чашці з біогумусом на 6-ту добу; б) вигляд насіння, що проросло, Візуалізація результатів (робочий розчин «Яросу»): а) загальний вигляд насіння в чашці з «Яросом» на 6-ту добу; б) вигляд насіння, що проросло, Візуалізація результатів (робочий розчин dH₂O): а) загальний вигляд насіння в чашці з дистильованою водою на 6-ту добу; б) вигляд насіння, що проросло, Візуалізація результатів (робочий розчин dH₂O): а) загальний вигляд насіння в чашці з дистильованою водою на 11-ту добу; б) вигляд насіння, що проросло, Відсоток насінин, які проросли відносно загальної кількості у досліді, Відсоток насінин, які проросли в чашці з робочим розчином біогумусу, «Яросу», дистильованою водою на 3-тю, 6-ту, 11-ту добу Рослини, що висаджено у суміш біогумусу і субстрату для розсади 1:2 (80-доба).

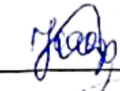
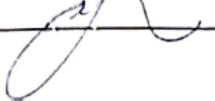
6. Консультація розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Консультант ПІБ, посада	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1. Огляд літератури	к. б. н. доцент Шемедюк Н.П.		
2. Матеріали та методи досліджень	к. б. н. доцент Шемедюк Н.П.		
3. Результати досліджень	к. б. н. доцент Шемедюк Н.П.		
4. Висновки	к. б. н. доцент Шемедюк Н.П.		

7. Дата видачі завдання 15.03.2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Примітка
1.	Огляд літератури		
	I атестація	26.04.24р.	30%
2.	Матеріали та методи досліджень		20%
3.	Результати досліджень		35%
	II атестація	30.05.24р.	55%
4.	Висновки		5%
	III атестація	06.06.24р.	15%
	Допущено до захисту	14.06.24р.	100%

Здобувач  Савчак А.Р.
 Керівник кваліфікаційної роботи, доцент  Шемедюк Н.П.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	6
1.1. Біотехнологія одержання вермикомпосту	6
1.1.1. Особливості черв'яків, які використовуються для вермикомпостування	6
1.1.2. Оптимальні умови життєдіяльності дощових черв'яків	8
1.1.3. Процес вермикомпостування	9
1.2. Вермикомпост і його властивості	10
1.3. Теоретичні аспекти обґрунтування ріст-стимулювальних властивостей біогумусу	11
1.3.1. Характеристика мікробіологічного складу біогумусу	11
1.3.2. Рослинні гормони та ензими у вермикомпості	13
1.3.3. Гумінові кислоти у вермикомпості	14
1.4. Спеції. Історія появи спецій на ринку України	16
1.5. Характеристика перцю гіркокого як рослини, що має значення для харчової промисловості, медицини, фармації	17
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	19
2.1. Матеріали	19
2.1.1. Біогумус та спосіб його одержання	19
2.1.2. Характеристика біопрепарату «Ярос»	19
2.1.3. Розсада	21
2.2. Вермикультивування	21
2.3. Метод приготування робочих розчинів	22

	2
2.4. Методи дослідження одержаного біогумусу	23
2.4.1. Дослідження амінокислот в одержаному біогумусі	23
2.4.2. Дослідження масової частки деяких катіонів та аніонів в одержаному біогумусі	23
2.5. Статистична обробка даних	24
2.6. Схема дослідження	24
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
3.1. Технологічна схема вермикомпостування	26
3.1.1. Підготовка субстрату	26
3.1.2. Установка для вермикультивування	27
3.1.3. Заселення вермикультури та оптимальні умови	28
3.1.4. Збір готового біогумусу	29
3.2. Дослідження хімічного складу одержаного біогумусу та біопрепарату «Ярос»	29
3.3. Дослідження ріст-стимулювальних властивостей біогумусу у порівнянні з комерційним препаратом «Ярос» під час проростання насіння	31
3.4. Аналіз впливу об'єктів дослідження на ріст розсади	41
ВИСНОВКИ	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54

АНОТАЦІЯ

Актуальність. У даній кваліфікаційній роботі описано процес отримання біогумусу та його ріст-стимулювальні властивості у вирощуванні гірконого перцю «Чилі».

У наш час є актуальним використання органічних добрив, адже екологічна ситуація в світі потребує цього. Через використання пестицидів та інших хімічних добрив, фізико-хімічний склад ґрунтів змінився, тому ріст рослин сповільнився і не приносить бажаного врожаю. Застосування біогумусу у сільському господарстві збалансує фізико-хімічний склад ґрунтів, та покращить стан рослинних культур.

У результаті дослідження біогумус містить в собі багато різних фітогормонів, ензимів, амінокислот, мінеральних елементів, гумінових речовин, які стимулюють ріст та врожайність рослин.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Кваліфікаційна робота є частиною наукових досліджень теми «Розробка технологій на основі нанотехнологій та біоінженерії з метою отримання відновлювальних джерел енергії і екологічно безпечних продуктів біоконверсії» (номер державної реєстрації 0122U002494), виконуваних співробітниками кафедри біотехнології та радіології Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького.

Мета і завдання дослідження. Метою даної роботи є отримання біогумусу та аналіз його ріст-стимулювальних властивостей у вирощуванні перцю гірконого Чилі.

Завдання дослідження:

1. Скласти технологічну схему вермикомпостування.
2. Дослідити хімічний склад одержаного біогумусу та біопрепарату «Ярос».
3. Дослідити ріст-стимулювальні властивості біогумусу у порівнянні з комерційним препаратом «Ярос» під час проростання насіння.

4. Аналіз впливу об'єктів дослідження на ріст розсади.

Об'єкт дослідження: одержаний біогумус, комерційний біопрепарат «Ярос».

Предмет дослідження: ріст-стимулювальні властивості одержаного біогумусу та комерційного біопрепарату «Ярос».

Методи дослідження: фізико-хімічні методи (вермикультивування), метод приготування робочих розчинів, методи дослідження одержаного біогумусу, статистична обробка даних.

Практична цінність роботи. Дослідження ріст-стимулювальних властивостей одержаного ящикowego біогумусу і порівняння його характеристик з комерційний біопрепаратом «Ярос».

ВСТУП

У зв'язку із застосування пестицидів та мінеральних добрив, екологічний стан ґрунтів погіршився. Кількість і якість плодів сільськогосподарських культур зменшилась.

Вирішенням цієї проблеми є використання біогумусу у сільському господарстві. Адже в ньому міститься велика кількість поживних речовин, яка при внесенні в ґрунт змінює кількість поживних речовин у ґрунті. Він покращує біорізноманіття ґрунту, підтримуючи корисні мікроби, які, у свою чергу, прискорюють ріст рослин, виробляючи рослинні ензими та гормони і контролюючи патогени рослин і нематоди.

Оскільки біогумус містить мікроелементи та гумінові кислоти, він сприяє активізації розвитку рослин. Також покращує ріст культур, врожайність і якість завдяки своїм властивостям, що стимулюють ріст рослин.

Гумінові кислоти, які присутні у біогумусі покращують агрегатну стабільність ґрунту та зменшують вимивання азоту та ерозію ґрунтів. Вони мають високу спорідненість до органічних і неорганічних іонів у ґрунті та можуть утворювати комплекси з катіонами та неорганічним фосфором, запобігаючи вимиванню та сприяючи біодоступності для поглинання рослинами.

Рослини оброблені добривами з біогумусу демонструють значне збільшення площі листя, кореня та біомаси пагонів. Фільтрат біогумусу також підвищує активність антиоксидантного ферменту та зменшує окислювальний стрес. Він збагачений поживними речовинами, вітамінами, амінокислотами та різними гормонами росту, такими як ауксини, цитокініни гібереліни. Завдяки чому культури, які підживленні цим добривом швидше ростуть і цвітуть, у них більший вміст хлорофілу, збільшується висота рослин і кількість плодів.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біотехнологія одержання вермикомпосту

1.1.1. Особливості черв'яків, які використовуються для вермикомпостування

Дощові черв'яки відіграють важливу роль у системі переробки органічних відходів, колонізуючи органічні відходи разом із споживанням, перетравленням і асиміляцією високої кількості органічних відходів. З високою продуктивністю вони можуть переносити широкий спектр стресів навколишнього середовища. За допомогою аеробної та анаеробної мікрофлори, присутньої в їх кишківнику дощові черв'яки ковтають, подрібнюють і перетравлюють органічні відходи.

Дощові черв'яки здійснюють фізичні та біохімічні дії. Приклад фізичних дій включає аерацію субстрату, змішування та фактичне подрібнення. Біохімічні дії дощових черв'яків включають мікробне розкладання субстрату в кишківнику дощових черв'яків.

В результаті цієї діяльності починається швидка мінералізація та процес гуміфікації, які перетворюють нестабільну органічну речовину у відносно стабільну та мікробно-активну речовину. Під час цього процесу стабілізації вивільняються хелатні та мінеральні елементи, які перетворюють органічну речовину на стабілізовані гумінові речовини з високим вмістом мікробів.

Дощові черв'яки ковтають органічні відходи, а також ґрунт, які проходять крізь їхнє тіло, де змішуються з травними ферментами та розщеплюються під дією подрібнення. Матеріал, який виділяється черв'яками після травлення, багатий поживними речовинами і називається «крополітами».

Цей процес краще виконується у вологих та добре аерованих ґрунтах із низьким кислотним значенням[7].

Дошові черв'яки впливають на органічну структуру ґрунту та кругообіг поживних речовин шляхом стабілізації органічної речовини в їх складі та шляхом зміни фізичного захисту всередині агрегатів і посилення мікробної активності. Крім того, вони індукують вироблення гормоноподібних речовин, які покращують ріст та здоров'я рослин[3].

Виділяють сім видів черв'яків для вермикомпостування: *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Eiseniella tetraedra*, *Lumbricus rubellus*, *Dendrobaena rubida*, *Eudrilus eugeniae*, *Perionix excavatus*.

Найчастіше у вермикомпостуванні використовують черв'яків виду *Eisenia fetida*, адже вони легко пристосовуються до різних типів кормів та легше сприймають зміни у навколишньому середовищі. Можуть виживати у діапазоні температур від від 3 до 30°C. Кокони черв'яків, певний час мають здатність жити в замороженому органічному матеріалі.

В природі черв'яки *Eisenia fetida* можуть проживати під деревами, у купі гною або листя, яке розкладається. Зазвичай вони знаходяться у верхньому шарі ґрунту та у листовій підстилці. Цим самим отримали назву «перетворювачі листової підстилки» або гнойові черв'яки. Вони не мають постійного місця проживання, все життя створюють нові ходи. Життєвий цикл черв'яків невеликий, від року до півтора. Вони є рухливими, розмір 3 – 6 см, швидко ростуть і розмножуються.

При високій концентрації важких металів чи пестицидів у ґрунті, кількість цих дошовий черв'яків зменшується. Тому їх можна використовувати як індикатори виявлення цих забруднень.

Так як, черв'яки *Eisenia fetida* знаходяться у верхній частині ґрунту і харчуються органічними відходами, їх легко вирощувати у штучних умовах[21].

1.1.2. Оптимальні умови життєдіяльності дощових черв'яків

Особливий вплив на життєдіяльність дощових черв'яків мають фізичні фактори, такі як температура, вологість, рН, вміст кисню, щільність популяції.

Температура. Дощові черв'яки виду *Eisenia fetida* добре ростуть за температури 20 – 25°C. При температурі 30 °C черв'яки стають менш активними і зменшується їх маса тіла через велику кількість виділення захисного слизистого секрету. При температурі 37°C вони гинуть. Найоптимальніша температура субстрату – 28°C, тоді спостерігається висока активність черв'яків і збільшення маси їх тіла. Вимірюють температуру термометром довжиною 60 см.

Вологість. Оптимальна вологість субстрату 70 – 80%. При зменшенні вологості до 60% у дощових черв'яків сповільнюється розвиток. При збільшенні вологості до 90% ріст і розвиток черв'яків сповільнюється, тому що, доступ кисню у субстрат зменшується, і починаються розвиватися анаеробні процеси при розкладанні субстрату. Якщо вологість субстрату стала менше 30 – 35% дощові черв'яки починають згортатися у клубок і більшість з них гинуть.

Контролюють вологість субстрату за допомогою вологоміра або практичним способом, для цього набирають в долоню субстрат і стискають його. Оптимально зволожений субстрат має пускати рідину, але не стікати з долоні. Якщо між пальцями просочується рідина і стікає з долоні, то субстрат – перезволожений, а якщо не просочується, то субстрат – сухий.

Кисень. Дощові черв'яки дихають через шкіру. Вони є аеробами, тому в процесі вермикомпостування кормовий субстрат розкладають тонким шаром, щоб у черв'яків був доступ до кисню. Для того аби кисень краще проникав у глибокі шари, рекомендовано невеликими дерев'яними лопатками розпушувати

субстрат через кожні 2 – 3 дні. Вміст кисню в субстраті вимірюють киснеміром. Оптимальний вміст кисню в субстраті 11 – 14%.

pH. Для вермикомпостування оптимальне $pH = 7,0$. Допустима кислотність субстрату $pH = 6,0 - 8,0$.

Популяція черв'яків. Оптимальна кількість черв'яків на 1 м² субстрату за міжнародними стандартами повинна бути до 50 тисяч. Перенасичення субстрату черв'яками приводить до їх виродження[26].

1.1.3. Процес вермикомпостування

Для того щоб отримати компостну суміш потрібно 2 компоненти. Перший компонент – конвертована частина, це можуть бути органічні відходи різного походження. Другий компонент – наповнювач, це може бути ґрунт, пісок, гравій.

Умовно технологію вермикомпостування можна поділити на три етапи.

На першому етапі вермикомпостування готують органомінеральну компостну суміш. Для цього змішують та зволожують до 70 – 80% органічні відходи і наповнювач. Готовий субстрат для поселення дощових черв'яків має бути однорідною за кольором масою, з температурою 19 – 22°C, $pH = 7,0$, вологість 80 %.

На другому етапі у зроблений субстрат заселяють дощових черв'яків. Використовують для цього культуру дощового черв'яка *Eisenia fetida*. Вони вважаються найбільш придатними для вермикомпостування, швидко ростуть і плодяться (в оптимальних умовах до 1500 особин на рік). Заселяють черв'яків в середньому по 120 особин/м. Процес вермикомпостування триває 1 – 3 місяці, все залежить від того, які органічні відходи використовувати.

На третьому етапі збирають готовий вермикомпост. Для цього дощових черв'яків відокремлюють від субстрату, забирають біогумус і висушують його. Після цього вермикомпост готовий до використання[16].

1.2. Вермикомпост і його властивості

Вермикомпост – це кінцевий продукт вермикомпостування, на вигляд це пористий торфоподібний матеріал, без запаху, з високою аерацією, водоутримувальною здатністю та низьким співвідношенням C:N[7, 18].

Вермикомпости є багаті на поживні речовини та органічні добавки для ґрунту та мають значний потенціал у рослинництві. Отримані крополіти черв'яків володіють мікробною активністю, регуляторами росту рослин і збагачені репелентами (речовини, які відлякують шкідників)[7]. У вермикомпості також присутня велика кількість різних амінокислот, вітамінів, антибіотиків, які засвоюються рослинами[18].

Кишківник дощового черв'яка працює одночасно як «фільтр» та ензиматична система для мікроорганізмів. Коли мікроорганізми потрапляють в кишківник, частина їх гине, а інша частина розмножується і збагачує субстрат. Також в процесі проходження органічних відходів через кишківник, зникає неприємний запах субстрату, зменшується кількість патогенної мікрофлори, об'єм відходів стає менший[18].

Ензими, що виділяються травним епітелієм кишківника дощових черв'яків – целюлаза, амілаза, інвертаза, протеаза та фосфатаза є відповідальними за підвищення вмісту азоту, фосфору та калію у біогумусах[7]. Ці елементи є важливими для рослин в їх перші дні росту[21].

Якщо порівнювати із традиційним компостом, то в біогумусі у 6 – 7 разів більше фосфору, у 2 – 3 рази більше кальцію та магнію, у 10 – 11 разів більше

калію, ніж у ґрунті, де живуть черв'яки, а коефіцієнт гуміфікації зростає в 1,5 – 2 рази[18].

Вермикомпост характеризується високим вмістом гумусу, низькою кислотністю, малою кількістю важких металів[21]. Біогумус корисний для проростання, росту та врожайності рослин, покращує фізичні та хімічні властивості ґрунту, а також продуктивність сільського господарства, незалежно від субстрату. Однак є максимально допустимі концентрації його використання[9].

Позитивний вплив продуктів біогумусу спостерігається на великій популяції рослин. Встановлено, що вермикомпост сприяє розвитку рослини в таких овочевих рослинах, як томати, перець, часник, баклажани, полуниця, солодка кукурудза та зелені боби. Крім того, біогумус призводить до збільшення на 37% площі листя рослини, 37% кореневої біомаси рослини, 40% кількості цвітіння та 35% товарних плодів[5].

1.3. Теоретичні аспекти обґрунтування ріст-стимулювальних властивостей біогумусу

1.3.1. Характеристика мікробіологічного складу біогумусу

В процесі вермикомпостування розвиваються мікроорганізми з різними функціональними особливостями. У субстраті зменшується кількість амоніфікаторів, тому що зменшуються джерела легкодоступного органічного азоту. Також знижується кількість нітрифікаторів у біогумусі.

В перші два місяці вермикомпостування активізуються денітрифікаційні процеси, які призводять до втрати азоту в субстраті. Знижуватися темпи денітрифікації починають з третього місяця вермикультивування.

Збільшується активність целюлозолітичної мікробіоти. Розвиваються бактерії, гриби та стрептоміцети, які розкладають клітковину. В основному в субстраті домінують бактерії.

В біогумусі переважають грамнегативні аеробні бактерії роду *Pseudomonas*, також можна зустріти — представники родів *Flavobacterium*, *Streptomyces*, *Bacillus*, а також *Cellomonas*, *Clostridium*, *Acetobacterium*. Найбільшу здатність виживати в кишківнику черв'яків і розмножуватися у біогумусі мають бактерії *Pseudomonas putida*.

В процесі вермикомпостування зменшується довжина грибного міцелію і не змінюється кількість актиноміцетів, порівняно з традиційним компостом. Також змінюється склад мікроміцетів: різноманітність *Cladosporium sp.* зменшується, натомість появляються *Trichoderma sp.*, які є антагоністами низки фітопатогенних мікроорганізмів. Через зменшення у вермикомпості грибного міцелію і розвитку *Trichoderma sp.* у сільськогосподарських рослин зменшилися прояви захворювань, які викликані фітопатогенними грибами.

За допомогою мікроорганізмів під час вермикомпостування відбувається розкладання сполук, що легко засвоюються — цукрів, полісахаридів, білків, геміцелюлоз, найповільніше розкладається лігнін та дубильні речовини. В процесі розкладання зменшується маса органічних відходів, субстрат наповнюється азотом та гумусом.

У вермикомпості присутня залежність між вмістом рухомих сполук фосфору і кількістю мікроорганізмів, що розкладають органічні і мінеральні фосфати. В основному розчиняють фосфати різні види бацил і жовто-пігментні неспоріві бактерії. Це призводить до накопичення органічних і мінеральних кислот в субстраті, які забезпечують розчинення мінеральних фосфатів і гальмують вивільнення фосфору органічних сполук. Для мікроорганізмів, які задіяні в процесі трансформації органічних та мінеральних фосфатів, енергетично вигідніше брати участь у розчиненні саме мінеральних сполук фосфору[18].

1.3.2. Рослинні гормони та ензими у вермикомпості

Збільшення росту рослин завдяки застосуванню біогумусу в першу чергу пояснюється постійною доступністю макро- та мікроелементів разом із біологічними ефектами, пов'язаними з ензиматичною активністю та гормонами рослин[10].

Вермикомпост може містити рослинні гормони, такі як цитокініни, гібереліни і ауксини, а також ензими: лужну фосфатазу, целюлазу, уреазу[14]. Уреаза бере участь у розкладанні карбаміду з утворенням карбонової кислоти та аміаку, тоді як целюлаза бере участь у гідролізі целюлози до глюкози. Концентрації цих сполук у біогумусі залежать від типу субстрату. Рослинні гормони або регулятори росту можуть виділятися з органічних субстратів або вироблятися під час трансформації біомаси, і на них впливають параметри компостування[6].

На Рис.1.1 описані фізіологічні функції фітогормонів.

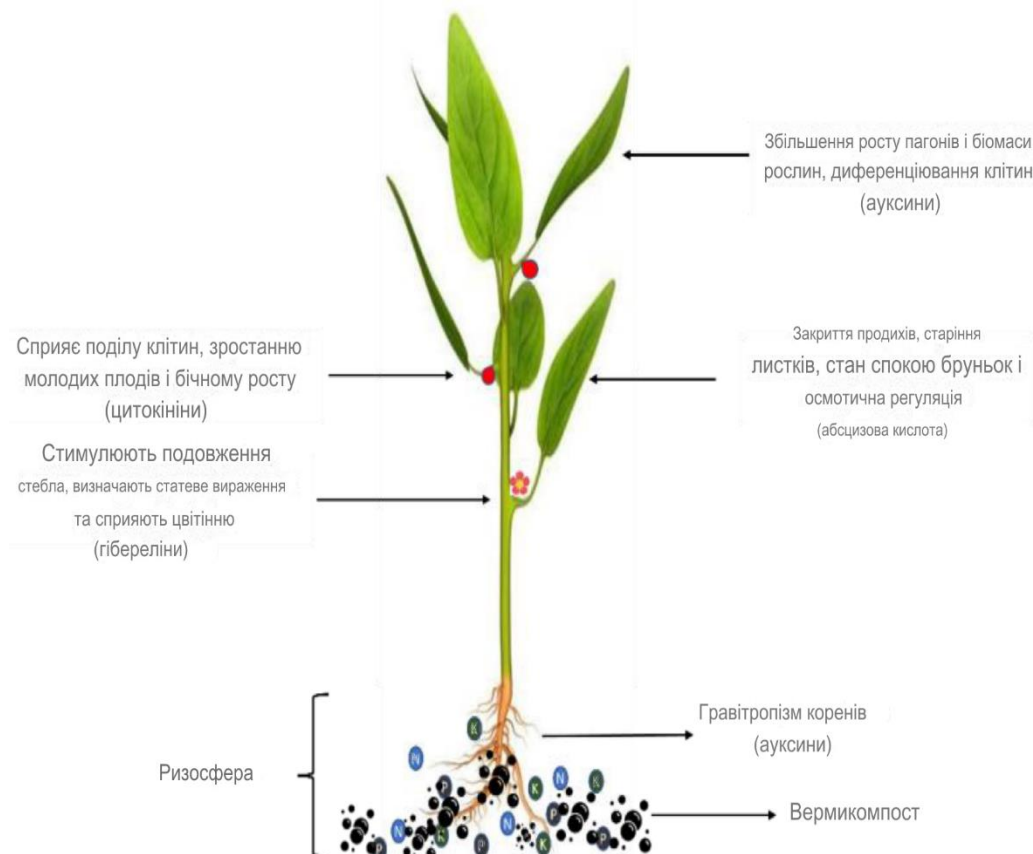


Рис.1.1. Фізіологічні функції фітогормонів

Арему та співавтори проаналізували фільтрат біогумусу, отриманий із садових відходів, на фітогормони та фенольні кислоти та визначили в ньому кількість цитокінінів, індол-3-оцтової кислоти, гіберелінів – 18 і брасиностероїдів – 6[2]. Брасиностероїди – це група основних стероїдних гормонів, життєво важливих для росту та розвитку рослин. Їхня сигнальна роль сприяє поділу та розширенню клітин і є вирішальною у відтворенні та етіоляції[10]. Ці речовини можуть бути відповідальними за сприятливі фізіологічні реакції рослин після застосування вермикомпостів, наприклад, збільшення росту та врожайності, а також покращення відповіді на стрес на декілька біотичних та абіотичних стресорів[Помилка! Джерело посилання не знайдено.].

Бусато та співавтори вивчали концентрації фосфатази під час вермикомпостування та її зв'язок з іншими хімічними складовими. Фосфатаза необхідна для гідролізу Фосфору перед поглинанням рослинами, і високі концентрації зазвичай вимірюються під час вермикомпостування. Активність фосфатази в двох різних вермикомпостах позитивно корелювала з загальним органічним вуглецем, рН і водорозчинним Р і негативно корелювала з концентрацією гумінових кислот[Помилка! Джерело посилання не знайдено.].

В крополітах дощових черв'яків виявили необхідні рослинам фосфатази та підвищені концентрації фосфору, які покращують розчинення та гідроліз органічних компонентів фосфору[13].

1.3.3. Гумінові кислоти у вермикомпості

Гумінові речовини можуть впливати на поглинання поживних речовин шляхом модифікації анатомії кореня для кращого перехоплення поживних

речовин, посилення корневих ексудатів (рідина, яка виходить з корення), підтримки взаємодії рослин і мікробів і зміни експресії транспортерів, залучених для отримання поживних речовин.

Прямий вплив гумінових речовин на ріст рослин зумовлений кращим поглинанням поживних речовин, тоді як непрямий вплив включає фізико-хімічні та біологічні зміни у ґрунті, який змінився[12].

Фульвові та гумінові кислоти у вермикомпості розчиняють нерозчинні мінерали в органічній речовині, роблячи їх більш доступними для рослин, підвищуючи стійкість до стресу та сприяючи росту[15].

Вміст гумінових кислот (гуміфікація органічних залишків) збільшується з дозріванням біогумусу[Помилка! Джерело посилання не знайдено.]. При ирощуванні в біогумусі культур томатів та огірків, їх ріст (висота рослини, площа листя, суха вага пагонів/коренів) збільшувався з гуміновими кислотами, але коли концентрація гумінових кислот перевищувала певний поріг, ріст рослин знижувався, це виникало в результаті гормонів росту рослин, адсорбованих на гумінових кислотах. Гуміни можуть впливати на ріст рослин за допомогою фізіологічних ефектів і синтезуються мікроорганізмами (наприклад, актиноміцетами) у кишківнику дощових черв'яків[6].

Під час вермикомпостування субстратів загальні концентрації гумінових кислот зросли, тоді як рН, розчинні солі, органічні речовини та N зменшилися. Це доводить, що дощові черв'яки посилюють перетворення органічних речовин на стійкі гумінові сполуки[6].

Досліджено, що гумінові кислоти мають здатність індукувати появу бічних коренів у проростків кукурудзи завдяки сильному гідрофобному характеру екстрактів і збереженню змінених похідних лігніну. Тому їх можна використовувати як стимулятори росту рослин[11].

Ернандес та співавтори виділили гумінові кислоти з біогумусу та нанесли їх на листя салату. В наслідок цього збільшилась кількість листя на рослині та скоротився цикл дозрівання. Це було викликано поєднанням зниженого

загального вмісту вуглеводів, підвищенням загального вмісту білка в листі та індукцією активності нітратредуктази та фенілаланін-аміаколіази[8].

1.4. Спеції. Історія появи спецій на ринку України

Спеції – це прянощі, які використовують у приготуванні страв для поліпшення смаку, аромату страви[17].

Перші харчові пряні приправи в Україну потрапили в кінці 1990-х років. Стрімко розвиватися бізнес спецій почав на початку 21 століття демонструючи надприбутковість із рентабельністю до 100%. З інших країн в Україну зайшли виробники духмяної продукції.

Сьогодні на українському ринку можна побачити великий асортимент пряної продукції в різноманітних торговельних пунктах – від звичайної паприки до багатокомпонентних приправ для певних страв.

Щорічно обсяги виробництва та споживання спецій в Україні перебувають у межах 16 – 18 тис. т. За прогнозами деяких фахівців ринок цієї продукції є нестабільним, бо ще знаходиться на етапі зростання і в майбутньому його межі можуть сягати до \$ 10 – 12 млн на рік.

В основному більшість спецій які присутні на ринку є імпортного походження, оскільки вони не вирощуються в Україні. Компанії ProConsulting, демонструє що найбільше привозять в Україну приправи з перцю, потім імбиру, куркуми та кмину. Рідше практикуються поставки спецій з країн-виробників, в основному вони надходять через європейські біржі, там їх сортують, подрібнюють та фасують. Імпорт продукцію напряму в Україну, можливий якщо спеції не потребують додаткової переробки, наприклад, стручковий перець.

В Україні є попит на спеціалізовані пряні суміші, в яких спеціально підібрали склад для конкретних страв, наприклад, спеції для шашлику, риби, курки, м'яса-гриль.

На українському ринку є багато спецій світових торгових марок Vegeta, Delikat, Knorr, Maggi, McCormick, Galeo та інших. Але це не мішає українській продукції універсальних та спеціалізованих спецій торгових марок «Мівіна», «Аромекс», «Мрія», успішно завойовувати ринок[25].

1.5. Характеристика перцю гіркого як рослини, що має значення для харчової промисловості, медицини, фармації

Перець гіркий Чилі – росте у вигляді червоних пекучих стручків, належить до родини Пасльонові та є однорічною рослиною.

Його називають – перець червоний, стручковий перець, гострий перець, перець вогник.

Плоди стручкового перцю широко використовуються у медицині, харчовій промисловості та косметології. Вони добре впливають на поліпшення апетиту, стимулюють фізичні і розумові здібності, активізують обмін речовин. Також гіркий перець є хорошими ліками проти застуди, грипу, радикуліту, невралгії.

В складі гіркого перцю присутній алкалоїд капсаїцин, який активізує кровообіг, обмін речовин, збагачує кров киснем і корисними речовинами. Через свої пекучі властивості, гострий перець допомагає переварювати важку їжу і знищує бактерії, які потрапляють в кишечник.

Також склад перцю багатий на клітковину, золу, вітаміни А, С, Е, В, К, РР і мінеральні елементи такі як: залізо, кальцій, фосфор, марганець, мідь, цинк, калій, натрій, селен, магній.

Червоний перець має багато лікувальних властивостей. Він нормалізує тиск та роботу шлунково-кишкового тракту. Має властивість усувати діарею та в кишечнику – продукти гниття. Зміцнює імунітет, очищає організм від токсинів та шлаків. Стимулює обмін речовин і перешкоджає ожирінню. Лікує такі хвороби як: ангіну, бронхіальну астму, подагру, радикуліт. Зменшує болі в

суглобах та м'язах. Лікує інфекційно-запальні процеси в сечостатевої зоні. Покращує потенцію.

Перець корисно споживати для профілактики серцево-судинних захворювань, тому що він зменшує вміст холестерину. Також він розріджує кров і стимулює кровообіг, завдяки чому не утворюються тромби і згустки крові. Він може відновлювати пошкоджені тканини органів, тому його використовують у лікуванні гепатиту. З червоного перцю роблять водяну настоянку для профілактики розвитку доброякісних та злоякісних пухлин.

В косметології використовують маски із стручкового перцю для стимуляції росту волосся.

Не рекомендована споживати червоний перець при схильності до алергії та хворобах підшлункової залози. При патологіях серцево-судинної системи, особливо при аритмії і стенокардії, потрібно вживати перець обережно, адже якщо перевищити дозу може статися серцевий напад.

В харчовій промисловості гострий червоний перець використовують, як спецію у висушеному вигляді, так і в сирому. Якщо для страви використовувати висушений немелений перець, то перед додаванням його слід подрібнити і обсмажити в маслі. Це позбавить перцю надмірної гіркоти.

Червоний перець добре поєднувати з м'ясом. Адже тоді, найбільше можна відчутти його властивості, бо він допомагає перетравлювати і засвоювати м'ясо. Також він може покращувати смак більш прісних овочів. Його використовують при приготуванні супів, салатів, других страв, напоїв. Особливо важливий для приготування гострих соусів і маринадів. Часто використовують в процесі засолювання або копчення сала.

Стручковий перець можна змішувати з іншими спеціями і сушеною зеленню. Так чином його гостроту можна регулювати, а також поліпшити смак і запах приправи, яка вийде. Він не втрачає своїх корисних і смакових якостей при тепловій обробці[27].

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Матеріали

2.1.1. Біогумус та спосіб його одержання

Для одержання біогумусу було використано установку для вермикомпостування, яка складається з трьох пластикових піддонів, що заходять один в одного на 10 см і мають по всьому дні кожного піддона отвори по 15 мм. Зверху установки знаходиться вермипокривало та кришка. В нижній піддон закладали субстрат і вермикультуру. Для субстрату брали ґрунт універсальний – 2,5 кг, яблучну вичавку – 0,5 кг, та солону – 0,2 кг. Як вермикультуру взяли гібрид каліфорнійського червоного черв'яка *Eisenia fetida*.

2.1.2. Характеристика біопрепарату «Ярос»

Комерційний біопрепарат «Ярос» володіє природньою структурою. Він створений без хімічного синтезу, випромінювань та лабораторних мікроорганізмів. У ньому присутні такі елементи, як Нітроген, P_2O_5 , K_2O , CaO , Купрум, Ферум, Манган, Магній, також є гумус, гумати водорозчинні, очищена вода.

Біопрепарат «Ярос» стимулює у рослин розвиток кореневої системи та процес фотосинтезу. Він містить в собі бактерії, стрептоміцети, мікроміцети, екологотрофічні групи мікроорганізмів, які трансформують азот, фосфор, та вуглець, який важливий для життєдіяльності рослин. Також цей препарат відновлює склад таксономічних та екологотрофічних груп мікроорганізмів, які потрібні для підтримання стабільності ґрунтового колоїду[24].

В таблиці 2.1.2.1 описано мікроорганізми, мікро- та макроелементи, які присутні в біогумусі та в біопрепараті «Ярос».

Таблиця 2.1.2.1

Мікроорганізми, мікро- та макроелементи, які присутні у біогумусі та комерційному біопрепараті «Ярос»

Організм/речовина	Біогумус	Комерційний біопрепарат «Ярос»
Мікроорганізми	Бактерії (<i>Pseudomonas</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Azotobacter</i> , <i>Flavobacterium</i> , <i>Alcaligenes</i>), актиноміцети (<i>Streptomyces</i> , <i>Micromonospora</i> , <i>Nocardia</i>), мікроміцети (<i>Trichoderma sp.</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Mucor</i> , <i>Rhizopus</i>).	Бактерії, мікроміцети, стрептоміцети, екологотрофічні групи мікроорганізмів.
Мікро- та	Нітроген, Фосфор, Калій,	Нітроген, оксид фосфору,

макроелементи	Кальцій, Магній, Мідь, Амоній, Цинк, Ферум.	оксид калію, оксид кальцію, Купрум, Ферум, Магній, Манган.
---------------	--	--

2.1.3. Розсада

Для вирощування розсади було використано насіння гіркового перцю «Чилі», яке замочувалося в робочому розчині біогумусу, розчині комерційного препарату «Ярос» та у дистильованій воді. Насіння замочували у скляних чашках Петрі. На чашки ставили двічі зігнутий бинт за розміром чашки та клали насіння і поливали відповідним розчином. Усі чашки Петрі загортали фольгою і витримували за кімнатної температури.

Для пересадки вирощених рослин гіркового перцю «Чилі» було використано пластикові горщики для розсади квадратної та круглої форми – об'ємом 0,3 л, субстрат для розсади, одержаний біогумус, комерційний препарат «Ярос» для поливання субстрату, водопровідна вода для поливання субстрату.

2.2. Вермикультивування

Для вермикультивування використали гібрид червоного каліфорнійського черв'яка *Eisenia fetida*.

Eisenia fetida – це черв'як темно-червоного забарвлення. Довжина дорослого черв'яка сягає 8-9 см, а діаметр 3-5 мм, за оптимальних умов може жити до 16 років. Маса червоного черв'яка дорослої особини може становити 0,8-1 г, а температура тіла – 19-20 °С. Каліфорнійського черв'як відкладає свої кокони у субстрат. За розмірами кокони невеликі, довжина сягає 3-4 мм, а ширина – 2-3 мм. Забарвлення у молодих коконів жовто-зелене, за певний

період часу кокони темніють, а в момент вилуплювання стають майже бронзового кольору. Кокони каліфорнійського червоного черв'яка містять від 2 до 20 личинок, процес розмноження проходить кожні 7 діб, з кокона личинки вилуплюються через 3 місяці. Ці черв'яки можуть репродукувати собі подібних більше ніж 1000 разів на рік. Також крім того, що червоний черв'як швидко збільшує масу біогумусу, він також збільшує біомасу свого тіла. За один цикл свого розвитку це 3 місяці, біомаса черв'яка може збільшитися до 30 кг з 1 м². [19]

Для вермикультури *Eisenia fetida* оптимальна температура становить 25 °С, вологість – 85 %, рН – 5 – 9.

Вермикультивування проводилось ящиком способом. Процес складається з підготовки субстрату (зазвичай використовують не заражені різними хворобами органічні відходи, шкірки овочів, фруктів, листя, солома), підготовки вермикомпостера і закладання в нього субстрату, заселення вермикомпостера гібридами каліфорнійського червоного черв'яка *Eisenia fetida*, збирання вермикомпосту.

Вихідним субстратом вермикультивування є біогумус. Це добриво, яке наповнене амінокислотами, фітогормонами, ферментами, фосфором, азотом. Воно покращує родючість ґрунтів і позитивно впливає на ріст рослин.

2.3. Метод приготування робочих розчинів

Для замочування насіння в біогумусі готували витяжку. Для цього розводили 100 г біогумусу у 1000 мл дистильованої води. Витримували розчин за температури 37°С, протягом 12 год. Після цього розчин відфільтрували. Фільтрат вносили у чашку Петрі, де замочували насіння.

Робочий розчин «Яросу» готували відповідно до інструкції, зазначеної виробником. Для цього 10 мл «Яросу» розчиняли у 1000 мл дистильованої

води. Годину розчин стабілізувався. Після стабілізації вносили у чашку Петрі для замочування насіння.

2.4. Методи дослідження одержаного біогумусу

Біогумус досліджували на наявність амінокислот та мінеральних елементів. Для цього використовували систему капілярного електрофорезу «КАПЕЛЬ – 105/105М» – для визначення амінокислот та «КАПЕЛЬ – 105М» – для визначення масової частки деяких катіонів та аніонів. Детектування проводилось у УФ-ділянці спектру, при довжині хвилі 254 нм.

2.4.1. Дослідження амінокислот в одержаному біогумусі

Метод визначення вмісту амінокислот ґрунтується на тому, що зразки піддаються кислотному гідролізу, внаслідок чого амінокислоти переходять у вільні форми фенілізотіокарбамільних похідних. Потім відбувається їх розділення і кількісне визначення методом капілярного електрофорезу.

2.4.2. Дослідження масової частки деяких катіонів та аніонів в одержаному біогумусі

Метод визначення масової частки деяких катіонів та аніонів ґрунтується на фільтруванні, у разі потреби зразки розводять бідистильованою водою. Після цього відбувається розділення досліджуваних компонентів методом капілярного електрофорезу.

2.5. Статистична обробка даних

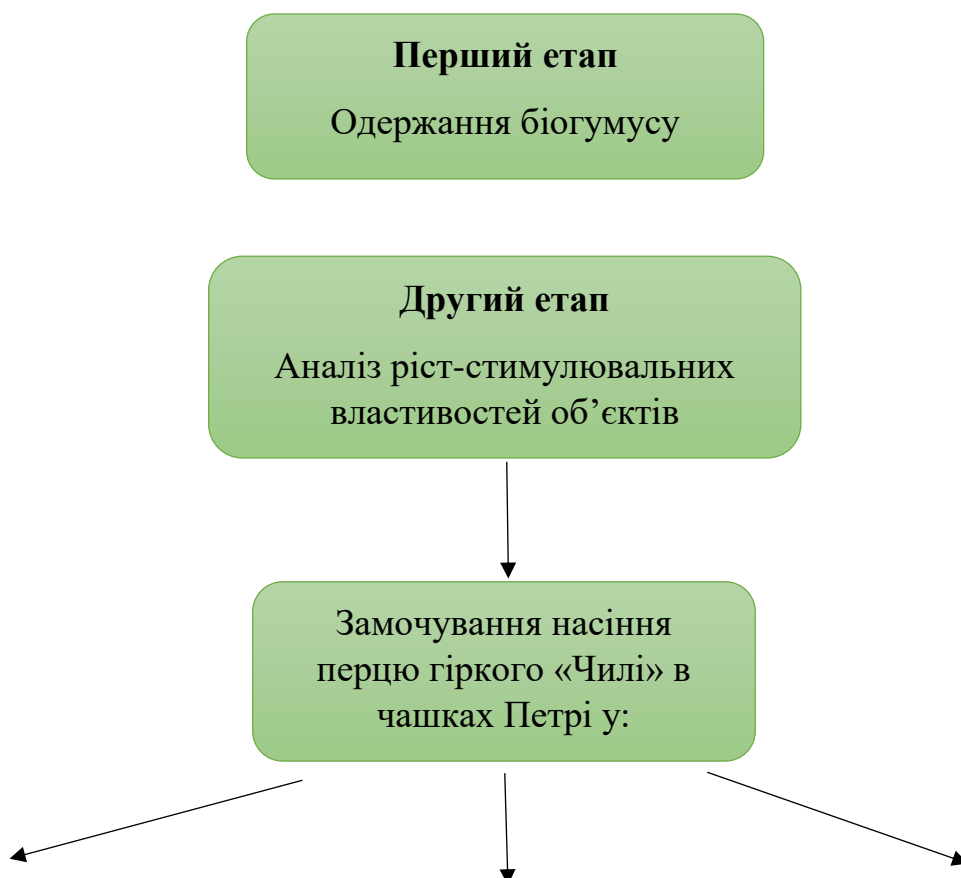
Для достовірності результатів досліди повторювалися по 3 рази і розраховували середнє значення за формулою:

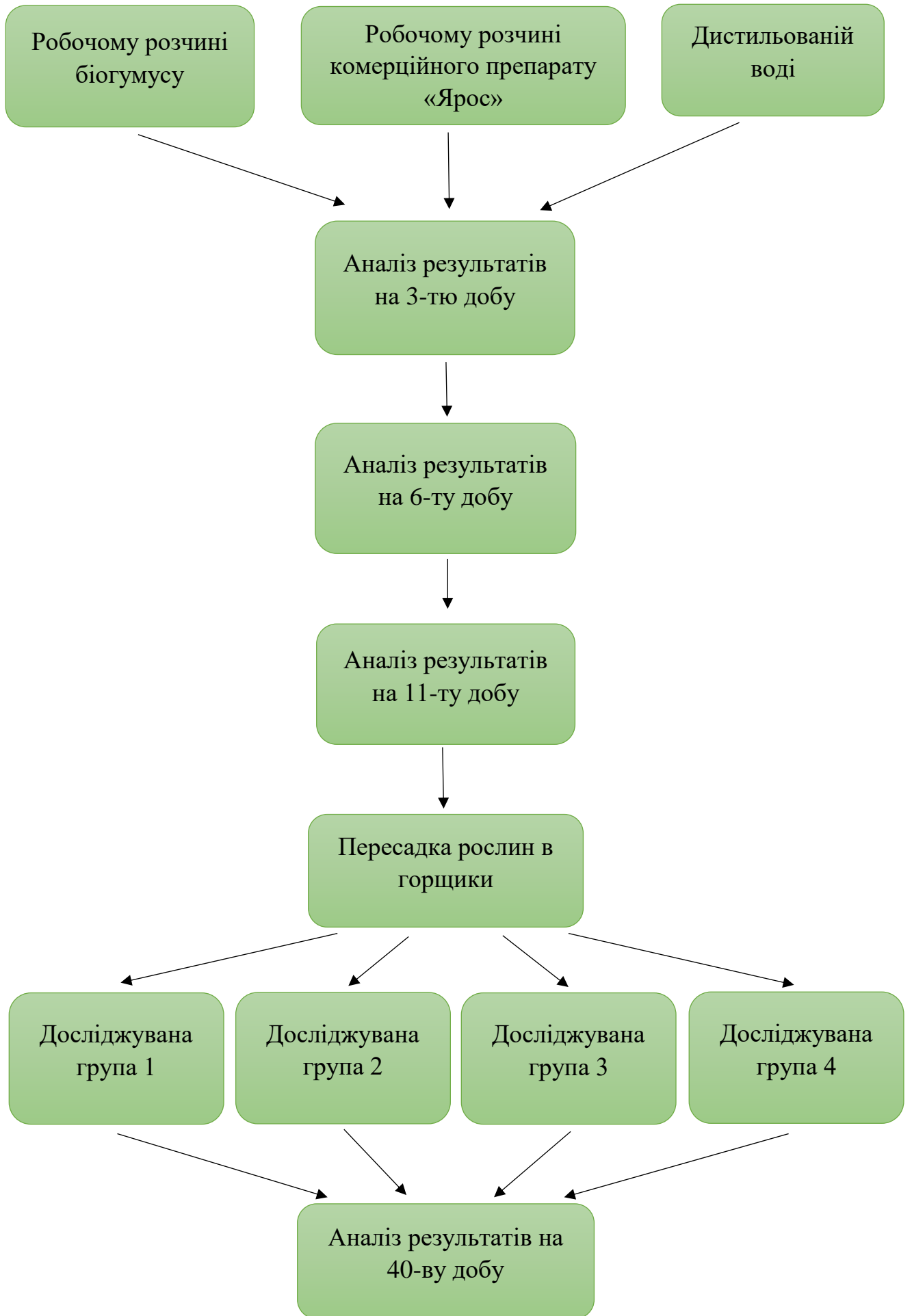
$$M = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{3}$$

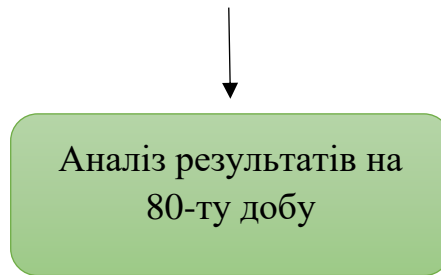
де M – це середнє значення довжини;

m_1, m_2, m_3 – це порядкові значення довжини, що в сумі діляться на кількість вимірів.

2.6. Схема дослідження







Досліджувана група 1. Горщик наповнений одною частиною біогумусу та двома частинами субстрату для розсади.

Досліджувана група 2. Горщик наповнений одною частиною біогумусу та чотирма частинами субстрату для розсади.

Досліджувана група 3. Горщик наповнений субстратом для розсади та поливався робочим розчином «Яросу»

Досліджувана група 4. Горщик наповнений субстратом для розсади та поливався відстояною водопровідною водою.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Технологічна схема вермикомпостування

3.1.1. Підготовка субстрату

Дошові черв'яки *Eisenia fetida* найкраще проживають у субстратах з вмістом целюлози 20%. З посліду домашніх птахів та перегною сільськогосподарських тварин можна зробити найбільш поживний субстрат, але за умови що перегній чи послід простояли на фермах більше 6 місяців. Не можна використовувати для субстрату перегній, якому більше 2 років, бо в ньому відсутня достатня кількість поживних компонентів для черв'яків. Також

свіжий гній не можна використовувати для харчування дощових черв'яків тому що, це може призвести до їх загибелі[22].

До відходів сільськогосподарських тварин додають солому, тирсу, листя дерев та кущів, кору, подрібнену ячну шкарлупу[22]. Рекомендовано додавати до субстрату порошкові мінеральні добавки: вапно, крейду, мергель, 300 – 400 г на 1 м³ субстрату. В субстраті немає бути різних твердих частинок, таких як метал, скло, каміння, дерево. Вологість має бути 70 – 80%. Середовище – нейтральним[23].

Процес компостування субстрату проходить у термофільному та мезофільному режимах. Спочатку йде термофільний режим, який проходить за температури 50 – 60°C, потім йде мезофільний режим – за температури 25 – 35°C. Зберігати субстрат перед експлуатацією можуть 8 – 10 місяців. По відношенню вуглецю до азоту, яке має бути близько 20, визначають чи готовий субстрат до споживання. У субстраті обов'язково має бути матеріал з мінеральними добавками до 10 % від всієї ваги[23].

Для вермикомпостування в якості субстрату було використано кролячий гній, вичавку з яблук, солому.

3.1.2. Установа для вермикультивування

Для вермикультивування було використано пластиковий вермикомпостер. Він складається з трьох частин. Перша частина – верхня, складається з кришки і вермипокривала, яке підтримує оптимальну вологість субстрату в системі. Друга частина – середня, має в собі три відсіки для вермикультивування, які знаходяться один під одним і входять на 10 см у внутрішню частину наступного вермикомпостера. Третя частина – нижня, являє собою піддон, в який спадає готовий біогумус та фільтрат з вермикомпосту. Піддон легко виймається, не порушуючи процес вермикомпостування.

Вся установка має висоту 50 см (висота кожного відсіка має по 25 см), ширина 40 см, довжина 25 см.

На піддоні кожного вермикомпостера знаходяться отвори по 15 мм, які розташовані у шаховому порядку по всій області піддона[20].

3.1.3. Заселення вермикультури та оптимальні умови

На дно нижнього вермикомпостера кладуть кролячий гній, раніше компостований та зволожують його. Після цього по всьому параметру розподіляють ґрунт універсальний, яблучну вичавку та солому. Через те, що гній після зволоження нагрівається і може згубно повпливати на дощових черв'яків, заселення проводять через декілька днів.

Оптимальна кількість вермикультури для цього вермикомпостеру є 3000 особин. Для заселення використовують біомасу вермикультури *Eisenia Fetida*.

Заселяють вермикультуру у верхній вермикомпостер. Для цього дощових черв'яків кладуть рівномірно на органічний субстрат і обережно розподіляють по поверхні. Щоб визначити чи є між вермикультурою хворі та мертві черв'яки, контейнер освітлюють деякий час, щоб черв'яки перебрались у нижні шари субстрату. Через годину роблять перевірку і забирають черв'яків, які залишилися на поверхні, так як вони не придатні до вермикомпостування. Після цього вермикомпостер закривають кришкою і переносять в темне місце.

Лише через декілька днів після заселення черв'яків в субстрат, їх вперше підгодовують. Для цього на одну четверту частину поверхні вермикомпостера кладуть 3 – 5 см свіжого субстрату та розподіляють його рівномірно по поверхні. Для годування черв'яків беруть відходи від буряка, моркви, картоплі, зіпсовані варені овочі[22].

Знову підгодовують вермикультуру через 2 – 3 тижні, для цього кладуть 5 – 7 см корму на всю поверхню субстрату. Так продовжують кормити черв'яків кожен тиждень, поки вермикомпостер повністю не заповниться[22].

Умови, за яких відбувалось вермикультивування:

Температура: 25 – 28 °С;

Вологість субстрату: 70 – 80 %;

pH = 7,0 – 8,0;

Добра аерація субстрату.

3.1.4. Збір готового біогумусу

Готовий біогумус збирають методом вивантаження та впорядкування. Для цього з вермикомпостера дістають весь вміст та переносять в освітлене місце на твердий пластиковий лист. Вручну потрібно відокремити неперетравлений матеріал від готового біогумусу. Відібраний біогумус переносять у ємність і залишають на світлі. Коли черв'яки почнуть мігрувати від світла, їх потрібно акуратно зібрати і чекати появи нової вермикультури, це потрібно повторяти доти поки черв'яки перестануть мігрувати. Після того як біогумусі не залишиться вермикультури, він вважається готовим і його можна використовувати.

3.2. Дослідження хімічного складу одержаного біогумусу та біопрепарату «Ярос»

Для визначення вмісту амінокислот у робочому розчинні біогумусу використали систему капілярного електрофорезу «КАПЕЛЬ – 105/105М». Дослідження проводили в ДНДКІ ветеринарних препаратів та кормових добавок. Для дослідження готували робочий розчин, брали 10 г біогумусу на 100 мг бідистильованої води.

Таблиця 3.2.1

Вміст амінокислот у зразках

Назва показника	Вміст у робочому розчині біогумусу	Вміст у комерційному біопрепараті
-----------------	------------------------------------	-----------------------------------

		«Ярос»
аргінін	33 мг	30 мг
лізин	8.8 мг	18 мг
тирозин	3.2 мг	2,4 мг
фенілаланін	2.5 мг	5,6 мг
гістидин	1.3 мг	-
Лейцин+ізолейцин	7.1 мг	8,9 мг
метіонін	1.1 мг	-
валін	5.8 мг	5,2 мг
пролін	4.3 мг	8,5 мг
треонін	20 мг	6,9 мг
серін	3.6 мг	7,6 мг
аланін	5.2 мг	6,8 мг
гліцин	5.1 мг	23 мг

Дослідження показало, що в одержаному біогумусі присутній великий вміст амінокислот, таких як аргінін, лізин, лейцин, ізолейцин, пролін, серін, тирозин, фенілаланін, метіонін, гістидин, валін, треонін, гліцин, аланін (табл. 3.2.1). Найбільше в робочому розчині біогумусу було виявлено аргініну – 33 мг, треоніну – 20 мг, лізину – 8,8 мг та лейцину+ізолейцину – 7,1 мг (табл. 3.2.1). Порівнюючи з робочим розчином комерційного біопрепарату «Ярос» для захисту рослин, в ньому виявлено високий вміст амінокислот аргініну – 30 мг, гліцину – 23 мг, лізину – 18 мг, також в препараті не виявлено гістидину та метіоніну (табл. 3.2.1), які присутні в робочому розчині біогумусу.

Ці показники свідчать, що в одержаному біогумусі широкий спектр мікроорганізмів та більший його кількісний вміст.

Також провели дослідження на виявлення масової частки деяких аніонів та катіонів одержаного біогумусу. Для цього використали систему капілярного електрофорезу «Капель – 105М». В біогумусі виявили масові частки таких елементів: Калію – 242.0 мг, Кальцію – 109.7 мг, Натрію – 62 мг, Магнію – 60.7 мг, Фосфору – менше 50 мг/л, Амонію – 4.7 мг (табл. 3.2.2). Натомість в препараті «Ярос» було виявлено більший кількісним вміст масової частки мінеральних елементів (табл. 3.2.2).

Таблиця 3.2.2

Вміст мінеральних елементів у зразках

Назва показника	Вміст у робочому розчині біогумусу	Вміст у комерційному біопрепараті «Ярос»
Амоній	4.7 мг	36,4 мг
Калій	242.0 мг	1250 мг
Натрій	62 мг	150 мг
Магній	60.7 мг	47 мг
Кальцій	109.7 мг	1060 мг
Сірка	-	72,1 мг
Фосфор	Менше 50 мг	Менше 50 мг

Результати дослідження свідчать, що одержаний біогумус збалансований амінокислотами та мінеральними елементами і є безпечним добривом для використання у природі, щоб захистити рослини і покращити якість ґрунту. Також це дослідження доводить, що під час процесу вермикультивування, хімічні сполуки у відходах трансформуються у доступні для рослин поживні речовини.

3.3. Дослідження ріст-стимулювальних властивостей біогумусу у порівнянні з комерційним препаратом «Ярос» під час проростання насіння

Для дослідження було приготовлено три дослідні групи. Перша група – з робочим розчином біогумусу, друга група – з робочим розчином комерційного препарату «Ярос», третя група – контрольна група з дистильованою водою. У кожну групу ставили по 15 насінин гірконого перцю Чилі.

Заміри пророщених насінин проводили на 3-тю, 6-ту, 11-ту добу замочування насіння.

На 3-тю добу найбільше проросло насінин в чашці з біогумусом (Рис. 3.1), та в чашці з «Яросом» – по 6 насінин (Рис. 3.2). Середній розмір насінин з двох груп однаковий – $0,4 \pm 0,1$ см (табл. 3.3.1), в чашці з дистильованою водою проросло лише 2 насінини (Рис. 3.3).

Таблиця 3.3.1

Аналіз результатів пророщених насінин (3-тя доба) ($M \pm m$)

Досліджуваний робочий розчин	Довжина, см
Біогумус	$0,4 \pm 0,1$
Комерційний біопрепарат «Ярос»	$0,4 \pm 0,1$
Дистильована вода	$0,3 \pm 0,1$



а)

б)

Рис. 3.1. Візуалізація результатів (робочий розчин біогумусу): а) загальний вигляд насіння в чашці з біогумусом на 3-тю добу; б) вигляд насіння, що проросло



а)

б)

Рис. 3.2. Візуалізація результатів (робочий розчин «Яросу»): а) загальний вигляд насіння в чашці з «Яросом» на 3-тю добу; б) вигляд насіння, що проросло



а)



б)

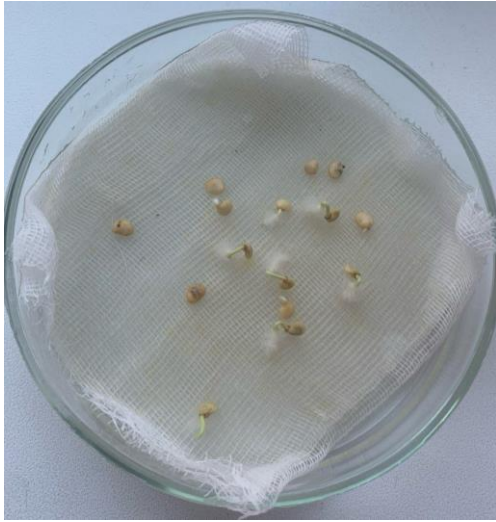
Рис. 3.3. Візуалізація результатів (робочий розчин dH_2O): а) загальний вигляд насіння в чашці з дистильованою водою на 3-тю добу; б) вигляд насіння, що проросло

На 6-ту добу найбільше проросло насінин в чашці з біогумусом – 10 штук (Рис. 3.4). Середній розмір становить $1,04 \pm 0,4$ см, порівняно з чашкою де був «Ярос», середній розмір насінин становить $1,15 \pm 0,3$ см (табл. 3.3.2), але проросло лише 8 насінин (Рис. 3.5). Також 8 насінин проросло в чашці з дистильованою водою (Рис. 3.6).

Таблиця 3.3.2

Аналіз результатів пророщених насінин (6-та доба) ($M \pm m$)

Досліджуваний робочий розчин	Довжина, см
Біогумус	$1,04 \pm 0,4$
Комерційний біопрепарат «Ярос»	$1,15 \pm 0,3$
Дистильована вода	$0,55 \pm 0,1$



а)

б)

Рис. 3.4. Візуалізація результатів (робочий розчин біогумусу): а) загальний вигляд насіння в чашці з біогумусом на 6-ту добу; б) вигляд насіння, що проросло



а)



б)

Рис. 3.5. Візуалізація результатів (робочий розчин «Яросу»): а) загальний вигляд насіння в чашці з «Яросом» на 6-ту добу; б) вигляд насіння, що проросло



а)



б)

Рис. 3.6. Візуалізація результатів (робочий розчин dH_2O): а) загальний вигляд насіння в чашці з дистильованою водою на 6-ту добу; б) вигляд насіння, що проросло

Середній розмір рослин на 11-ту добу найбільшим був в чашці з біогумусом – $6,3 \pm 0,9$ см (табл. 3.3.3). Кількість пророщених насінин не змінилася. В чашці з «Яросом» і дистильованою водою кількість також не змінилася – по 8 насінин, але середній розмір їх відрізняється – $5,9 \pm 0,9$ см в чашці з «Яросом» та $3,6 \pm 0,9$ см в чашці з водою (табл. 3.3.3). На Рис. 3.7, Рис. 3.8 та Рис. 3.9 зображено наскільки вирости рослини за 11 діб, в робочому розчині біогумусі, «Яросу» та у дистильованій воді відповідно.

Таблиця 3.3.3

Аналіз результатів пророщених насінин (11-та доба) ($M \pm m$)

Досліджуваний робочий розчин	Довжина, см
Біогумус	$6,3 \pm 0,9$
Комерційний препарат «Ярос»	$5,9 \pm 0,9$
Дистильована вода	$3,6 \pm 0,9$



а)



б)

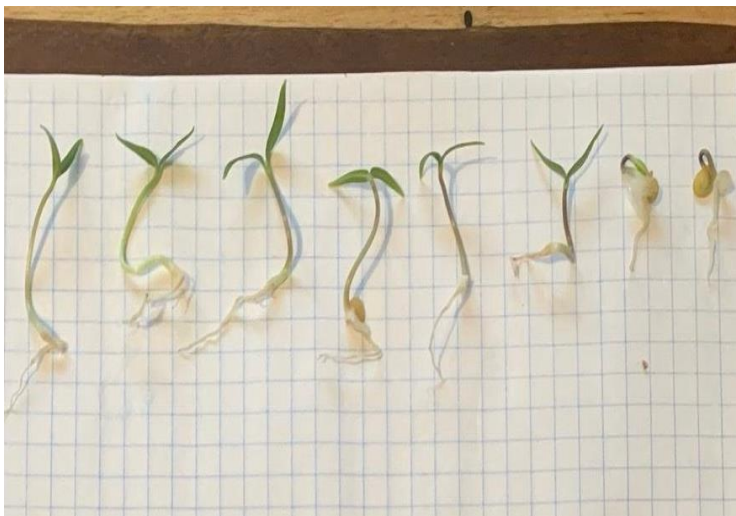
Рис. 3.7. Візуалізація результатів (робочий розчин біогумусу): а) загальний вигляд насіння в чашці з біогумусом на 11-ту добу; б) вигляд насіння, що проросло



а)

б)

Рис. 3.8. Візуалізація результатів (робочий розчин «Яросу»): а) загальний вигляд насіння в чашці з «Яросом» на 11-ту добу; б) вигляд насіння, що проросло



а)

б)

Рис. 3.9. Візуалізація результатів (робочий розчин dH_2O): а) загальний вигляд насіння в чашці з дистильованою водою на 11-ту добу; б) вигляд насіння, що проросло

Від загальної кількості насіння, у досліді проросло – 58% (Рис.3.10).

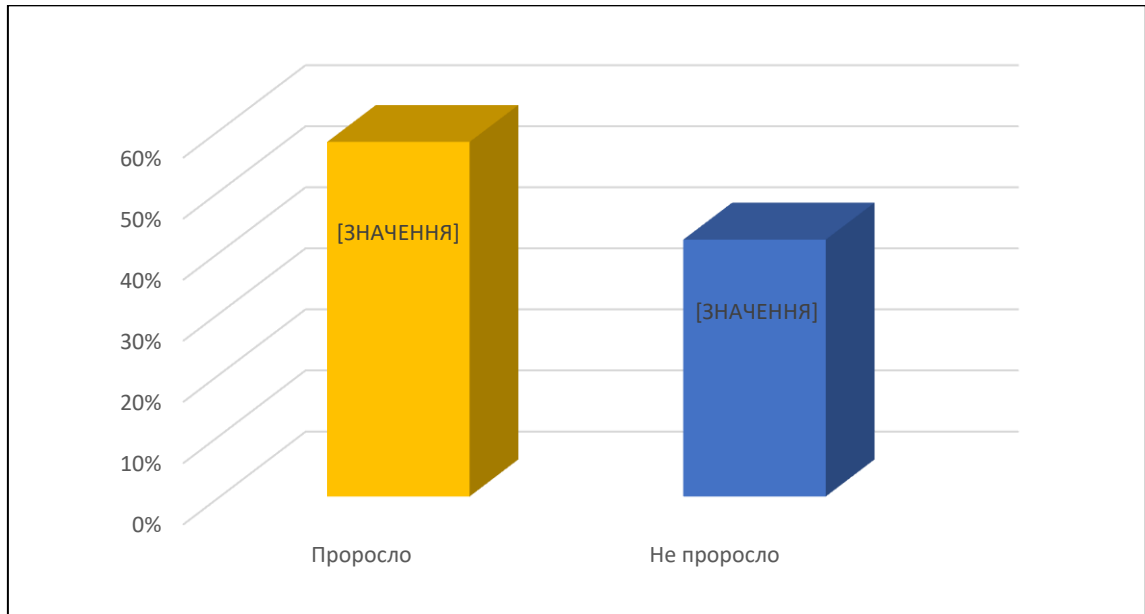


Рис. 3.10. Відсоток насінин, які проросли відносно загальної кількості у досліді

Результати досліджень свідчать, що найбільша кількість насіння проросла у чашці з робочим розчином біогумусу (Рис. 3.11), також розміри пророщених насінин в цій чашці є найбільшими. Причиною проростання насінин у чашці з робочим розчином біогумусу, можуть бути наявні у біогумусі амінокислоти: аргінін, який впливає на поділ клітин та ріст коренів; мінеральні елементи: Фосфор, який впливає на розвиток кореневої системи, утворення квіток і плодів; фітогормони: ауксин, який стимулює ріст рослин.

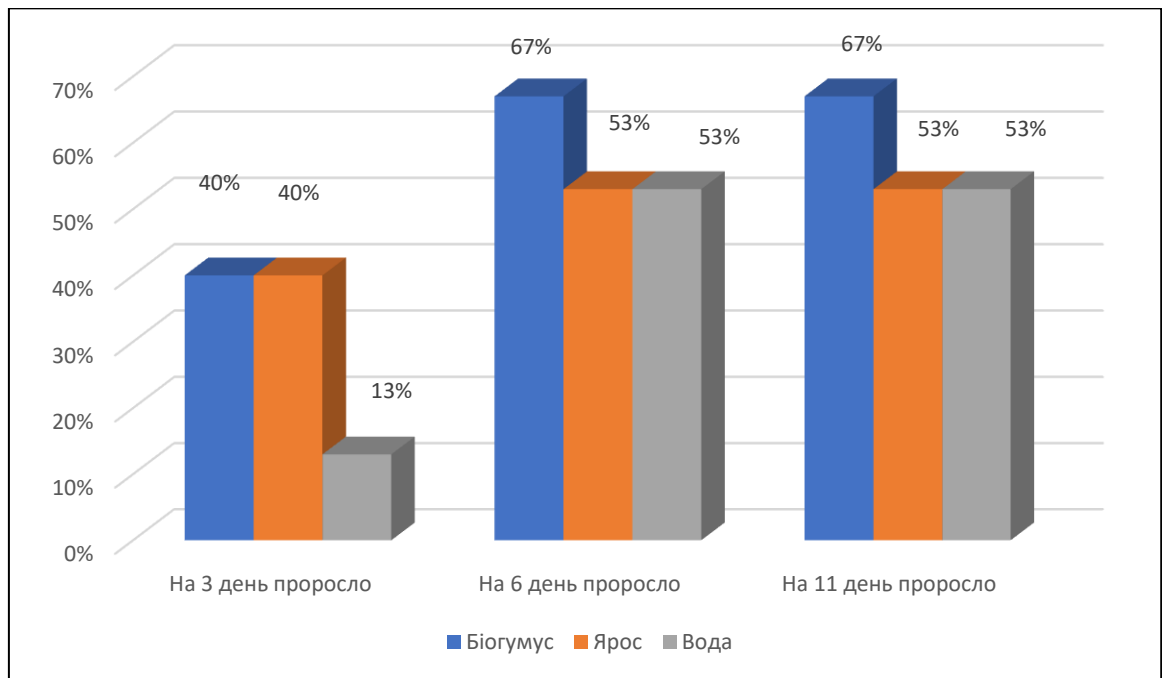


Рис. 3.11. Відсоток насінин, які проросли в чашці з робочим розчином біогумусу, «Яросу», дистильованою водою на 3-тю, 6-ту, 11-ту добу.

В результаті розкладання органічного субстрату в процесі виробництва біогумусу виділяються різні органічні кислоти, такі як малонова, фумарова, бурштинова кислоти та розчинні гумінові молекули. Органічні кислоти, що виділяються, допомагають розчинити поживні речовини, мінеральні елементи та перетворити їх у життєздатну форму для споживання рослинами[5].

Спостерігаючи за ростом рослин в чашці з «Яросом», можна дійти висновків, що комерційний біопрепарат ефективний для вирощування перцю гіркового Чилі. Причиною проростання насінин у чашці з робочим розчином «Яросу» можуть бути такі мікро- та макроелементи, як: Нітроген – сприяє росту листя та стебел; оксид фосфору – сприяє розвитку кореневої системи і цвітінню рослин, оксид калію – сприяє розвитку плодів рослин; оксид кальцію – формує структуру стінок клітин рослини, Купрум, Ферум, Магній – беруть участь у синтезі хлорофілу; Манган – сприяє розвитку кореневої системи.

3.4. Аналіз впливу об'єктів дослідження на ріст розсади

Для подальшого дослідження було сформовано 4 дослідні групи. Для цього із всіх рослин, що проросли, було відібрано 16 рослин.

У дослідній групі один 4 рослини висаджено у суміш біогумусу і субстрату для розсади 1:2. Одна частина біогумусу та дві частини субстрату.

У дослідній групі два 4 рослини висаджено у суміш біогумусу і субстрату для розсади 1:4. Одна частина біогумусу та чотири частини субстрату.

У дослідній групі три 4 рослини висаджено у субстрат для розсади, який поливався робочим розчином «Яросу». «Ярос» готували відповідно до інструкції виробника: 10 мл розводили у 10 л відстояної води. Годину розчин стабілізувався.

У дослідній групі чотири 4 рослини висаджено у субстрат для розсади, який поливали відстояною водопровідною водою.

Заміри розвитку рослин відбувались на 40-ву та 80-ту добу після висаджування рослин.

На 40-ву добу аналізували наявність листків у рослин. Для дослідження, брали до уваги розмір листових пластин двох справжніх листків, щоб охарактеризувати і порівняти вплив різних факторів.

В першій дослідній групі (1:2) рослини мають два повністю сформовані листки та два несформовані листки. Середній результат листків ($M \pm m$):

- Перша рослина: $3,1 \pm 0,1$ см.
- Друга рослина: $3,05 \pm 0,5$ см.
- Третя рослина: $2,7 \pm 0,2$ см.
- Четверта рослина: $3,2 \pm 0,1$ см.

На Рис. 3.12 зображено, як вирости рослини, що висаджені в одну частину біогумусу і дві частини субстрату для розсади.



Рис. 3.12. Рослини, що висаджено в одну частину біогумусу і дві частини субстрату для розсади (40-ва доба)

В другій дослідній групі (1:4) у кожної рослини сформовано по 4 листка.

Середній результат листків ($M \pm m$):

- Перша рослина: $3,5 \pm 0,1$ см.
- Друга рослина: $3,8 \pm 0,1$ см.
- Третя рослина: $3,4 \pm 0,1$ см.
- Четверта рослина: $3,1 \pm 0,1$ см.

На Рис. 3.13 зображено, як вирости рослини, що висаджені в одну частину біогумусу і чотири частини субстрату для розсади.



Рис. 3.13. Рослини, що висаджено в одну частину біогумусу і чотири частини субстрату для розсади (40-ва доба)

В третій дослідній групі («Ярос») рослини мають два повністю сформовані листки та два несформовані листки. Середній результат листків ($M \pm m$):

- Перша рослина: $2,9 \pm 0,3$ см.
- Друга рослина: $3,3 \pm 0,2$ см.
- Третя рослина: $3,2 \pm 0,7$ см.
- Четверта рослина: $2,2 \pm 0,2$ см.

На Рис. 3.14 зображено, як вирости рослини, що висаджені у субстрат для розсади, який поливався робочим розчином «Яросу».



Рис. 3.14. Рослини, що висаджено у субстрат для розсади, який поливався робочим розчином «Яросу» (40-ва доба)

В четвертій дослідній групі (вода) рослини мають два повністю сформовані листки та два несформовані листки. Середній результат листків ($M \pm m$):

- Перша рослина: $1,9 \pm 0,1$ см.
- Друга рослина: $2,3 \pm 0,1$ см.
- Третя рослина: $2,2 \pm 0,1$ см.
- Четверта рослина: $1,8 \pm 0,1$ см.

На Рис. 3.15 зображено, як вирости рослини, що висаджені у субстрат для розсади, який поливався відстояною водопровідною водою.



Рис. 3.15. Рослини, що висаджено у субстрат для розсади, який поливався відстояною водопровідною водою (40-ва доба)

У першій, третій та четвертій дослідній групі в рослин повністю сформувалось 2 листка і 2 листка сформувалось не повністю. Причиною цього може бути дефіцит мікро- та макроелементів, або ж погана засвоюваність елементів рослинами.

У другій дослідній групі в рослин сформувалось 4 листка. Це свідчить, що рослини отримують для свого росту, необхідні мікро- та макроелементи в належній кількості.

На 80 день аналізували висоту стебла і наявність пуп'янків та квіток у рослин.

Перша дослідна група (1:2) (Рис. 3.16):

- В першій рослині виявлено 2 пуп'янки, довжина стебла 27 см.
- В другій рослині – 1 пуп'янок, довжина стебла 29 см.
- В третій і четвертій рослині пуп'янок не виявлено, довжина стебла 22 см і 31 см відповідно.



Рис. 3.16. Рослини, що висаджено у суміш біогумусу і субстрату для розсади 1:2 (80-та доба)

Друга дослідна група (1:4) (Рис. 3.17):

- В першій рослині виявлено 4 пуп'янки, довжина стебла 20 см.
- В другій рослині виявлено 3 пуп'янки і 1 квітку, довжина стебла 23 см.
- В третій рослині також виявлено 3 пуп'янки і 1 квітку, довжина стебла 19 см.
- В четвертій рослині виявлено 3 пуп'янки, довжина стебла 30 см.



**Рис. 3.17. Рослини, що висаджено у суміш біогумусу і субстрату для розсади
1:4 (80-та доба)**

Третя дослідна група («Ярос») (Рис. 3.18):

- В першій рослині виявлено 1 пуп'янок, довжина стебла 15 см.
- В другій рослині – 7 пуп'янків, довжина стебла 13 см.
- В третій рослині – 7 пуп'янків, довжина стебла 21 см.
- В четвертій рослині виявлено 4 пуп'янка і 1 квітку, довжина стебла

18 см.



Рис. 3.18. Рослини, що висаджено у субстрат для розсади, який поливався робочим розчином «Яросу» (80-та доба)

Четверта дослідна група (вода) (Рис. 3.19):

- В першій рослині виявлено 1 пуп'янок, довжина стебла 19 см.
- В другій рослині – 1 пуп'янок, довжина стебла 16 см.
- В третій рослині – 1 пуп'янок, довжина стебла 16 см.
- В четвертій рослині – 3 пуп'янка, довжина стебла 18 см.



Рис. 3.19. Рослини, що висаджено у субстрат для розсади, який поливався відстояною водопровідною водою (80-та доба)

Результати дослідження свідчать, що найвищі стебла вирости у першій дослідній групі, де була одна частина біогумусу і дві частини субстрату для розсади 1:2. Найбільше пуп'янок – у третій дослідній групі, де субстрат для розсади поливався робочим розчином «Яросу». Найбільше квіток – у другій дослідній групі, де була одна частина біогумусу і чотири частини субстрату для розсади.

Причиною висоти стебел і відсутності квіток в першій дослідній групі є перенасичення субстрату біогумусом. Нітроген, який присутній в біогумусі у великих кількостях призводить до надмірного росту рослин, не даючи розвиватися брунькам.

Друга дослідна група збалансована рівномірно мікро- та макроелементами. В результаті відсутності дефіциту і надлишку Калію, Фосфору, Магнію, Феруму, Нітрогену та Кальцію у рослин високі, міцні стебла, великі листки та пуп'янки, наявні дві квітки.

Рівномірно збалансований мікро- та макроелементами склад біопрепарату «Ярос» сприяв появі у рослин великої кількості пуп'янок і квітки.

В дослідній групі чотири дефіцит таких мікро- та макроелементів, як Калій, Кальцій Магній, Нітроген, Бор призвів до утворення слабких стебел, Ферум – до пожовтіння несформованих листків, Фосфор і Цинк – до утворення дрібних пуп'янків.

Вермикомпостні продукти передають у ґрунт мінеральні елементи для рослин, різні гормони, ензими, гумінові речовин. Таким чином, вони покращують структуру ґрунту, а також готують відповідне середовище для росту рослин[Помилка! Джерело посилання не знайдено.].

Основною причиною, через яку біогумусні продукти впливають на споживання мінеральних елементів рослинами, є гумінові речовини, які вони містять у своїй структурі. Вони виявляють буферні властивості в широкому діапазоні рН. Буферні властивості швидко утворюють зв'язки з катіонами завдяки негативним зарядам гумінових кислот, присутніх у структурах рослин. Таким чином, гумінові кислоти легко захоплюються корінням рослин. Завдяки цим властивостям вони мають важливий вплив на збереження мінеральних елементів[Помилка! Джерело посилання не знайдено.].

ВИСНОВКИ

1. Для вермикультивування найкраще використовувати гібрид червоного каліфорнійського черв'яка *Eisenia fetida*. Тому що, він найбільш розповсюджений по цілому світу та витримує різні температури та вологості.

2. Оптимальними умовами вермикультивування є: температура 25 – 28 °С; вологість субстрату 70 – 80 %; рН = 7,0 – 8,0; добра аерація субстрату.

3. Дослідження хімічного складу одержаного біогумусу та біопрепарату «Ярос» свідчить, що кількісно найбільше амінокислот було виявлено в робочому розчині біогумусу: аргініну – 33 мг, треоніну – 20 мг, лізину – 8,8 мг та лейцину+ізолейцину – 7,1 мг. В біопрепараті «Ярос», було виявлено кількісно більше мінеральних елементів: Калію – 1250 мг; Кальцію – 1060 мг; Натрію – 150 мг; Сульфур – 72,1 мг; Фосфору – менше 50 мг; Магнію – 47 мг; Амонію – 36,4 мг.

4. Проаналізувавши ріст-стимулювальні властивості одержаного нами біогумусу та комерційного біопрепарату щодо етапу проростання насіння, робимо висновок, що біогумус є на 7% ефективнішим стимулятором росту, ніж «Ярос», та на 67% швидше відбувається проростання насіння, ніж у контролі. Кількість пророслого насіння за використання біогумусу на 20% більша, ніж за використання біопрепарату, та значно перевищує показник пророслого насіння у контрольній групі (20%).

5. Проаналізувавши ріст-стимулювальні властивості одержаного нами біогумусу та комерційного біопрепарату, робимо висновок, що у субстраті, який містить біогумус у співвідношенні 1:4 (субстрат для розсади : біогумус) рослини перцю гіркокого швидше на 17% розвиваються та утворюють генеративні органи, ніж за вирощування їх у субстраті без біогумусу, але за внесення робочого розчину комерційного препарату «Ярос». Контрольна група рослин за морфометричними параметрами розвитку значно поступається тим

рослинам, які вирощені за умов застосування і одержаного нами біогумусу, і комерційного препарату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aguiar N.O., Olivares F.L., Novotny E.H., Dobbss L.B., Balmori D.M., Santos-Júnior L.G., Chagas J.G., Façanha A.R., Canellas L.P. Bioactivity of humic acids isolated from vermicomposts at different maturation stages. *Plant and Soil*. 2013. № 362(1), p. 161-174.
2. Aremu A.O., Stirk W.A., Kulkarni M.G., Tarkowská D., Turečková V., Gruz J., Šubrtová M., Pěňčík A., Novák O., Doležal K., Strnad M., Van Staden J. Evidence of phytohormones and phenolic acids variability in garden-waste-derived vermicompost leachate, a well-known plant growth stimulant. *Plant Growth Regulation*. 2015. № 75(2), p. 483-492
3. Bertrand M., Barot S., Blouin M., Whalen J., de Oliveira T., Roger-Estrade J. Earthworm services for cropping systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2015, № 35(2), p. 553-567.
4. Busato J.G., Papa G., Canellas L.P., Adani F., de Oliveira A.L., Leão T.P. Phosphatase activity and its relationship with physical and chemical parameters during vermicomposting of filter cake and cattle manure. *J Sci Food Agric*. 2016. № 96(4), p. 12, 23-30.
5. Ceritoğlu M., Şahin S., Erman M. Effects of Vermicompost on Plant Growth and Soil Structure. 2018. № 32 (3), p. 607-615
6. Elissen H. J. H. & R. van der Weide, Gollenbeek L. Effects of vermicompost on plant and soil characteristics – a literature overview. Wageningen Research, Report WPR- 995. – 2023.
7. Gautam Kumar Meghwanshi Vermicomposting Department of Microbiology MGS University, Bikaner – 2022.
8. Hernandez O.L., Calderí A., Huelva R., Martínez-Balmori D., Guridi F., Aguiar N.O., Olivares F.L., Canellas L.P. Humic substances from vermicompost enhance urban lettuce production. *Agronomy for Sustainable Development*. 2015. № 35(1), p. 225-232.

9. Hussain N., Abbasi S.A. Efficacy of the Vermicomposts of Different Organic Wastes as “Clean” Fertilizers: State-of-the-Art. *Sustainability*. 2018 № 10(4), 1205.
10. Li Z., He Y. Roles of brassinosteroids in plant reproduction. *Int. J. Mol. Sci.* 2020, 21, 872.
11. Martinez-Balmori D., Spaccini R., Aguiar N.O., Novotny E.H., Olivares F.L., Canellas L.P. Molecular characteristics of humic acids isolated from vermicomposts and their relationship to bioactivity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2014. 62(47), 11412-11419.
12. Olivares, F.L.; Busato, J.G.; de Paula, A.M.; da Silva Lima, L.; Aguiar, N.O.; Canellas, L.P. Plant growth promoting bacteria and humic substances: Crop promotion and mechanisms of action. *Chem. Biol.* 2017, 4, 30.
13. Ros M. Towards better utilisation of soil phosphorus in managed grassland systems. 2019.
14. Ruangjanda S., Iwai C.B., Greff B., Chang S.W., Ravindran B. Valorization of spent mushroom substrate in combination with agro-residues to improve the nutrient and phytohormone contents of vermicompost. *Environmental Research*. 2022. 214, 113771.
15. Sami ur Rehman, Federica De Castro, Alessio April, Michele Benedetti, Francesco Paolo Fanizzi Vermicompost: Enhancing Plant Growth and Combating Abiotic and Biotic Stress. *Agronomy* 2023, 13(4), 1134.
16. Буцяк В.В. Використання біогумусу для підвищення родючості ґрунту і одержання екологічнобезпечної продукції / В.В. Буцяк // Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. Гжицького :зб. наук. праць. – Львів :Вид-во ЛНУВМБТ ім. Гжицького. – 2012. – Т. 14, № 2 (52). – Ч. 3. – С. 33-36.
17. Вікіпедія Спеції URL:
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D1%86%D1%96%D1%97>
18. Гаценко М.В. Компостування органічної речовини. Мікробіологічні аспекти. *Сільськогосподарська мікробіологія*. — 2014. — Вип. 19. — С. 11–20.

19. Журавель С.В, Поліщук В.О, Кудляк О.І, Кучма М.Л, Музичук О.В, Яремчук Н.В. Технологічні особливості застосування різних видів вермибіоти та їх вплив на процес компостування // Україна // Sciences of Europe № 80 – 2021.

20. Ладановська Д.О., Жукова В.С. «Ефективність вермикомпостування осадів шкіряного виробництва» / Д.О. Ладановська, В.С. Жукова // Тези XVIII Всеукр. наук. конф. молодих вчених та студентів [«Наукові розробки молоді на сучасному етапі»], (Київ, 18-19 квітня 2019 р.) / М-во освіти і науки України, КНУТД. – К. : КНУТД, 2019.

21. Рабаєва А.О., Антонік І.П. «Ефективність використання харчових відходів у процесах вермикультивування та вермикомпостування» // Тези на Міжнародній науковій конференції EAS "БЕЗПЕКА ЛЮДИНИ У СУЧАСНИХ УМОВАХ" (Харків, Україна, 7-8 грудня 2023 р.).

22. Розведення та вирощування дощових черв'яків в домашніх умовах URL <https://bioplyus.com.ua/ua/articles/art2>

23. Сенчук М.М. Технологічне проектування в органічному виробництві: Навчально-методичний посібник для самостійної роботи та практичних занять студентів агробіотехнологічного факультету / БНАУ – Біла Церква, 2020. – с. 94.

24. Склад ЯРОСу. Вам вибирати, чи лікувати причину, чи наслідки URL: <https://www.facebook.com/watch/?v=1223113161158222>

25. Халайджі В. В. Спеції в Україні (ринок, тенденції, упаковка) / В. В. Халайджі // Упаковка. Київ - 2017. - № 3.

26. Хоненко Л.Г. Агротехнічні аспекти вермикюльтури: Робочий зошит до виконання практичних робіт для студентів ступеня «бакалавр» спеціальності 162 – "Біотехнології та біоінженерія" денної форми навчання / Миколаїв, 2019. – с. 91.

27. Червоний гострий перець: користь і шкода, властивості, застосування для волосся, відгуки URL: <https://ideas-center.com.ua/?p=38651>

