

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ, ІНЖЕНЕРІЇ І ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА БІОТЕХНОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

\_\_\_\_\_ М.М. Барановський

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

## **ДИПЛОМНА РОБОТА**

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 162 «БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ»

ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА «ЕКОЛОГІЧНА БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА  
БІОЕНЕРГЕТИКА»

**Тема: «Вплив ультразвукових коливань на насіння та життєздатність культур»**

Виконавець: студентка 403гр. ФЕБІТ

Шатова К.П.

Керівник: к.т.н., доцент кафедри біотехнології

Корнієнко І.М.

Нормоконтролер:

Дражнікова А.В.

КИЇВ 2021

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії і технологій

Кафедра біотехнології

Напрямок: 162 «Біотехнологія та біоінженерія»

Освітньо-професійна програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач випускової кафедри

\_\_\_\_\_ М.М. Барановський

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

## ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Шатової Катерини Павлівни

1. Тема дипломної роботи: « **Вплив ультразвукових коливань на насіння та життєздатність культур**» затверджена наказом ректора від « 11 » травня 2021 р.

№ 715 /ст.

2. Термін виконання роботи: з 10 травня 2021 року по 20 червня 2021 року.

3. Вихідні дані роботи: власні експериментальні дані, зроблені на базі лабораторій КПІ ім.Сікорського та лабораторії кафедри біотехнології НАУ, літературні джерела щодо впливу регуляторів росту на ріст та розвиток насіння сільськогосподарських клітин.

4. Зміст пояснювальної записки: Вступ. Літературний огляд. Об'єкти та методи дослідження. Експериментальна частина. Висновки. Список бібліографічних посилань використаних джерел.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: 4 таблиць, 18 рисунків.

## 6. Календарний план-графік

№	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Літературний огляд та збір інформації за темою : «Вплив ультразвукових коливань на насіння та життєздатність культур «	10.05.21-14.05.21	
2	Ознайомлення з методикою виконання дипломної роботи	12.11.20-15.11.20	
3	Виконання експериментальної частини	16.11.20-27.12.20	
4	Написання основної частини	13.05.21-20.05.21	
5	Аналіз та оформлення експериментальної частини дипломної роботи на основі отриманих результатів	20.05.21-24.05.21	
6	Формулювання висновків та рекомендацій	24.05.21-27.05.21	
7	Перевірка дипломної роботи керівником	27.05.21-28.05.21	
8	Кінцеве оформлення роботи	28.05.21-02.05.21	
8	Попередній захист дипломної роботи	03.06.21	
9	Захист дипломної роботи	17.06.21	

7. Дата видачі завдання: «10» травня 2021 р.

Керівник дипломної роботи

Корнієнко І.М.

Завдання прийняв до виконання

Шатова К.П.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Вплив ультразвукових коливань на насіння та життєздатність культур»: 49 сторінок, 18 рисунків, 4 таблиць, 51 використаних джерел.

**Мета дипломної роботи** – дослідження впливу ультразвукових коливань на насіння та життєздатність культур в практиці вирощування олійних та зернових.

**Об'єкт дослідження** – технологія вирощування олійних(льон та рижій ) та зернових (спельта та озима пшениця) культур в тимчасових умовах ультразвукової обробки насіння перед посадкою.

**Предмет дослідження** – сукупність теоретико-методологічних та практичних засад щодо вивчення впливу умов ультразвукових коливань на інтенсивність зростання зернових та олійних культур.

**Методи дослідження** – фізичні, мікробіологічні, математичні та методи спостережень.

Досліджено, що обробка насіння ультразвуком впливає на оболонки зернових та олійних культур та сприяє більш швидкому проникненню вологи в його точки зростання (ендосперм та зародок), в результаті спостерігається інтенсифікація процесу пророщування, що підтверджено експериментальними даними. При обробці насіння ультразвуком необхідно встановлювати оптимальні режими впливу, щоб максимально інтенсифікувати процес пророщування без руйнування структурних компонентів зерна.

Експериментально доведено позитивний вплив фізичного фактору - ультразвуку, який сприяв активізації біоактивних процесів у насінні перед висаджуванням його у ґрунт, та біологічного способу впливу – біоорганічного добрива, завдяки якому рослини розвиваються у винятково сприятливих умовах. Встановлено, що завдяки стимулюючому фактору – ультразвуку вдалося інтенсифікувати ріст наземної частини дослідних зразків озимої пшениці, спельти, рижію та льону на 20-30% порівняно із контролем. Перспективним напрямом подальших досліджень вважається використання

біоорганічних добрив у комплексних підходах щодо використання фізичних стимулюючих факторів росту для агротехнічних цілей.

*УЛЬТРАЗВУК, БІОДОБРИВО, ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ РОСЛИН, НАСІННЯ  
ЗЕРНОВИХ, НАСІННЯ ОЛІЙНИХ, ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУР, РОСЛИНА.*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	10
1.1. Сучасні підходи в області фізичних методів впливу на насіння в практиці вирощування олійних та зернових культур.....	10
1.2. Умови вирощування олійних та зернових культур.....	12
1.3. Роль біодобри в практиці вирощування сільськогосподарських культур.....	16
1.4. Висновки до розділу.....	17
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	18
2.1. Наукові положення в області обробки ультразвуком зернових та олійних культур.....	18
2.2. Характеристика обладнання, принцип дії установки.....	20
2.3. Розробка технології вирощування зернових та олійних культур під впливом ультразвуку.....	22
2.4. Методика мікробіологічних досліджень.....	23
2.5. Висновки до розділу.....	24
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	25
3.1. Результат впливу ультразвуку на ріст наземної частини рослини.....	25
3.2. Результати мікробіологічних досліджень біодобрива.....	31
3.3. Якісний склад біодобрива EM-1 та морфологічна характеристика його представників .....	37
3.4. Висновки до розділу.....	42
ВИСНОВКИ.....	42
Список бібліографічних посилань використаних джерел.....	45

## ВСТУП

Актуальною проблемою сьогодення є збільшення врожаю сільськогосподарських культур. На жаль, частіше за все, аграрії використовують мінеральні добрива, які виснажують ґрунт, тому необхідно розглядати це питання з урахуванням перспективних сучасних методів покращення врожаю. Рідше за все, використовують фізичні фактори впливу, які можуть інтенсифікувати даний процес.

В останні роки активно ведуться дослідження з приводу фізичних факторів впливу на насіння сільськогосподарських культур. Передпосівна обробка насіння ультразвуком вже почала застосовуватися як ефективний спосіб пробудження насіннєвого матеріалу.

Ультразвук підсилює в тканинах проникність клітинних мембран і дифузні процеси, змінює концентрацію водневих іонів в тканинах, викликає розщеплення високомолекулярних сполук, прискорює обмін речовин, в результаті чого, інтенсифікує проростання та ріст рослини.

Досліджувані зразки сільськогосподарських культур (озима пшениця, спельта, рижій та льон) є дуже важливими для людства.

Озима пшениця є однією з найпоширеніших найважливіших продовольчих культур на земній кулі, цінність, зерна якої визначається високим вмістом білка, жиру, вуглеводів. Пшеничне борошно широко використовується в хлібопеченні, кондитерській промисловості, сильні і тверді сорти пшениці використовують для виробництва якісного хліба, макаронних виробів, манної крупи та ін. З зерна отримують спирт, крохмаль і ін. Відходи борошневої та спиртової промисловості є цінним поживним кормом для тварин, грубі (солома, полова) мають велику кормову цінність: 10кг. соломи - 0,5 кг протеїну, 20-22 кормових одиниць.

Спельта – органічна зернова культура, рекорсмен за вмістом білка, амінокислот, клітковини і вітамінним складом серед всіх видів зернових. За вмістом білка вона -

рівноцінна заміні м'яса, містить 18 незамінних амінокислот, які не можуть бути отримані з тваринною їжею. За цінність і поживні речовини її називають чорною ікрою серед злаків. Особливість спельти в тому, що її корисні речовини в рівній мірі розподілені як в оболонці, так і в самому зерні. А це означає, що при будь-якому помолі зерно не втратить своєї цінності. Спельта погано переносить мінеральні добрива, тому вона вирощується на спеціальних ґрунтах. Її масове виробництво не вигідно для більшості виробників. За цю справу беруться в основному фермерства, які спеціалізуються на виробництві органічної продукції.

Рижій – олійна культура, яку спочатку вирощували лише для виготовлення біопалива, але згодом, дослідивши її, було доведено її позитивний вплив на організм людини. Насіння рижію містять від 35 до 40% цінних жирних кислот, корисних для організму, 25 - 30% їх маси - це білок. Більш того, рижій містить ударну дозу антиоксиданту - вітаміну Е, який чудово засвоюється. Також рижій багатий на магній. Олія рижію містить близько 60% цінних жирних кислот, в першу чергу омега-3 і омега-6. Воно має сильну антиоксидантну активність, тому ефективно при лікуванні захворювань серцево -

судинної системи, стабілізує артеріальний тиск, сприяє нормалізації ліпідного обміну і зниження рівня холестерину . Позитивно впливає на статеві гормони, їх вироблення, сприяє нормалізації гормонального фону. Крім того, має виражений протираковий ефект.

Льон – олійна культура, яка збагачена жирними кислотами, вітамінами та іншими корисними мікроелементами. До складу льняного насіння входять три види цінних поліненасичених жирних кислот (Омега-3, Омега-6 і Омега-9), правильний баланс яких необхідний для всіх процесів життєдіяльності людського організму. За змістом Омега-3 насіння льону перевершують всі харчові рослинні олії (цієї кислоти в насінні льону в 3 рази більше, ніж в риб'ячому жирі). Насіння льону є відмінним джерелом рослинної клітковини, підвищений вміст якої в продуктах сприяє зниженню ризику онкологічних захворювань і позитивно впливає на імунітет. Завдяки високому вмісту полісахаридів



відвар з насіння льону надає обволікаючу і бактерицидну дію при гастриті і виразці шлунка. Насіння льону - відмінне зовнішнє джерело важливого для організму вітаміну F, який бере участь в жировому і обмін холестерину. Вітаміни А і Е роблять благотворний вплив на шкіру.

**Мета дипломної роботи** – дослідження впливу ультразвукових коливань на насіння та життєздатність культур в практиці вирощування олійних та зернових. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- встановити оптимальну частоту та час експозиції ультразвукової обробки насіння перед висаджуванням у ґрунт;
- дослідити вплив ультразвукових коливань на енергію проростання сільськогосподарських культур – льону, рижію, озимої пшениці та спельти.
- встановити ефективність впливу ультразвуку на біодобриво «Емочки для всіх»;
- визначити ефективність використання біодобрива «Емочки для всіх» в практиці вирощування зернових та олійних культур.

**Об'єкт дослідження** – технологія вирощування олійних(льон та рижій ) та зернових (спельта та озима пшениця) культур в тимчасових умовах ультразвукової обробки насіння перед посадкою.

**Предмет дослідження** – сукупність теоретико-методологічних та практичних засад щодо вивчення впливу умов ультразвукових коливань на інтенсивність зростання зернових та олійних культур.

**Методи дослідження** – фізичні, мікробіологічні, математичні та методи спостережень.

**Особистий внесок випускника.** Весь обсяг експериментальних досліджень за темою дипломної роботи, аналіз літературних даних, статистична обробка результатів, їх опис виконані випускником особисто в лабораторії кафедри біотехнології НАУ та на базі лабораторій КПІ ім.Сікорського під керівництвом к.т.н., доцента кафедри біотехнології ФЕБІТ НАУ Корнієнко І.М.

# РОЗДІЛ 1

## ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

### **1.1. Сучасні підходи в області фізичних методів впливу на насіння в практиці вирощування олійних та зернових культур**

Як правило, передпосівна обробка насіння спрямована на поліпшення біологічних властивостей, стимуляцію розвитку, захист від хвороб і шкідників, підвищення стійкості рослин до стресових умов. Поліпшення посівних якостей насіння можливо різними прийомами, зокрема це можуть бути фізичні, біологічні, хімічні методи обробки, що сприяють поліпшенню якості насіння [1].

У сільськогосподарському виробництві для підвищення врожайності насіння традиційно застосовують хімічні засоби. Для боротьби з насінневою інфекцією і хворобами вегетуючих рослин можуть бути використані фунгіциди, регулятори росту, солі мікроелементів, мікродобрива. Однак до недоліків хімічної передпосівної обробки слід віднести низьку екологічну чистоту препаратів, накопичення їх в біомасі рослин і, в ряді випадків, вплив на генетичну структуру [2-4]. Окремі фунгіциди та стимулятори містять солі важких металів, які не розкладаються в природних умовах і потрапляють в організм людини і тварин, що може призводити до інтоксикації організму і хронічних захворювань [5].

До біологічних методів стимуляції росту рослин слід віднести обробку насіння і рослин препаратами, виготовленими на основі продуктів життєдіяльності мікроорганізмів, грибів, суспензій, бактерій. Потрібно відзначити, що бактеріальні препарати в меншому ступені впливають на навколишнє середовище і швидше інактивуються, ніж хімічні [6-8]. Однак до недоліків таких препаратів слід віднести труднощі у визначенні раціональних доз, як для посівного матеріалу, так і для обприскування вегетуючих рослин. Крім того, біологічні препарати мають короткі

терміни зберігання і вимагають суворе дотримання температурного режиму зберігання. Для хімічних і біологічних методів передпосівної обробки насіння розроблено і випускається значна кількість типів протруювачей. Однак використання таких установок вимагає, як спеціальної підготовки, так і використання засобів індивідуального захисту персоналу, що працює на цих установках [9,10].

Істотно меншу екологічну шкоду мають фізичні методи впливу на насіння. До таких методів відносять обробку ультразвуком, іонізуючим випромінюванням, електромагнітними полями, термічну обробку, фотоенергетичних або оптичний вплив, в тому числі когерентні випромінювання. Головним недоліком термічного методу впливу є тривалість обробки посівного матеріалу і, як правило, низька продуктивність машин такого типу. Установки на основі іонізуючих випромінювань не знайшли застосування в практиці сільськогосподарського виробництва і використовуються в основному в дослідницьких цілях. Причина тому - як невисока продуктивність, так і можливість розміщення їх лише в спеціально обладнаних приміщеннях [11].

Великий інтерес дослідників і практиків з точки зору отримання «екологічно чистої» продукції мають фізичні методи впливу на насіння рослин, які реалізуються на основі електричних і електромагнітний полів - обробка в постійному або змінному магнітному полі, в електростатичному полі, в полі коронного розряду. Ефекти впливу електромагнітних і магнітних полів (постійних, змінних, комбінованих) на біологічні об'єкти досить добре описані в літературі. Дані дії, не будучи іонізуючим випромінюванням і не викликаючи необоротних хімічних змін в живій системі, збуджують когерентні коливальні і обертальні процеси в насінні і рослинах і викликають біологічні ефекти, що вимагають кількості енергії істотно нижче рівня іонізаційних потенціалів. Клітини і їх мембрани здатні використовувати енергію зовнішніх електромагнітних полів, перетворюючи її в енергію молекулярних і клітинних процесів. Однак в практиці установки на основі електричних і електромагнітних полів застосування також не знайшли насамперед через їх

конструктивної складності, високої вартості і високої небезпеки поразки персоналу струмами високої напруги [12].

Високий інтерес учені проявляють до такого фізичного фактору як ультразвук. Ступінь і якість біологічної дії ультразвукового опромінення на клітини і тканини визначається головним чином інтенсивністю фактора і тривалістю опромінення. Воно може бути як позитивним, так і негативним. Ультразвук підсилює в тканинах проникність клітинних мембран і дифузні процеси, змінює концентрацію водневих іонів, викликає розщеплення високомолекулярних сполук, прискорює обмін речовин. Відбувається іонізація молекул води, які розпадаються на вільні гідроксильні радикали і атомарний водень. Температурний вплив ультразвуку відбувається в результаті перетворення акустичної енергії в теплову. Ультразвук підсилює свою дію на кордоні двох середовищ, що може збільшити теплової ефект в кілька разів [13-14].

Підвищення інтенсивності ультразвуку може привести до вираженого процесу акустичної кавітації з механічним руйнуванням клітин і тканин. Може проявитися перегрів біологічних структур і їх пошкодження (Наприклад, денатурація білків). відомо, що в ультразвуковому полі відбувається зміна структури, форми і функції молекули білка. У присутності кисню йде процес деградації біомакромолекул, пригнічення їх біокаталітичної діяльності. Дані процеси супроводжуються зниженням в'язкості розчинів цих речовин [13-17].

## **1.2. Умови для вирощування олійних та зернових культур**

Галузь рослинництва є однією з ключових в економіці України. Основні культури, що вирощуються в Україні це олійні та зернові культури. Серед олійних розрізняють культури, які вирощують тільки для виробництва олії (соняшник, ріцина, ріпак, кунжут, гірчиця, рижій, льон олійний, мак, тощо) і рослини комплексного використання, з яких олію отримують як побічний продукт у процесі переробки [18].

Умови для вирощування олійних культур розглянемо на прикладі льону. Будучи унікальною рослиною, льон, при вмілому обробленні може мати значний вплив на прибуток господарств - виробників. Займаючи в структурі посівів від 6 до 14%, льон може давати до 70% доходів в рослинництві.

Льон - культура помірного клімату. Для нього в першій половині літа потрібне поєднання теплих і далі прохолодних температур і значна кількість опадів. Насіння льону починають проростати при температурі ґрунту 3-5 ° С, оптимум 9-12° С. Сходи витримують заморозки до -4, -5° С. Формування вегетативних органів краще проходить при температурі 14-16° С, а генеративний 16-19 ° С, в період плодоношення 16-18 ° С, а в період дозрівання волокон оптимальні середньодобові коливаються в межах 18-20 ° [19-20].

Різкі добові коливання температури льон переносить погано. Льон - вологолюбна рослина довгого дня. Особливо вимогливий льон до вологи в період бутонізації-цвітіння, але часті дощі після цвітіння призводять до вилягання рослин льону і сильного ураження їх грибними хворобами.

Для дозрівання льону сприятлива суха, помірно-тепла і сонячна погода. Яскраве сонячне освітлення льон-довгунець переносить погано, тому що це призводить до сильного розгалуження і погіршення якості волокна. У розвитку льону спостерігаються такі фази: «ялинки», бутонізації, цвітіння і дозрівання.

Перший період (близько 1 місяця) льон росте дуже повільно. В період бутонізації зростання посилюється до 4-5 см на добу. Далі в кінці бутонізації та початку цвітіння зростання льону сповільнюється і в кінці цвітіння припиняється. У період посиленого зростання за короткий проміжок (14-20 днів) льон використовує більше половини загальної кількості поживних речовин [21].

Для льону необхідні ґрунту середньої зв'язності, досить вологі, родючі і добре аеровані, чисті від бур'янів. Реакція ґрунтового розчину рН 6,0-6,5. На колишне місце льон повертають через 7-8 років. Період вегетації льону-довгунця 75-85 днів, а в холодну погоду подовжується до 100 і більше днів. Найбільш чутливі рослини льону

до порушень співвідношення фосфору і калію. Надлишок азоту на такому тлі призводить до подовження стебел, їх вилягання, затягуванні вегетації рослин при зниженні температури і підвищення випадання осінніх опадів, і, як наслідок, збільшення грибкові хвороб. Льон висівають при прогріванні ґрунту на глибину 10 см до 6-8 ° С. По термінах це збігається з другої-початком третьої декади травня. При оптимальних строках висіву насіння гарно проростає, рослини менше зріджуються, не ушкоджуються заморозками і менше уражаються хворобами і шкідниками. Льон закладають дрібно 1,5-2,0 і лише на легких ґрунтах глибину посіву збільшують до 2,5-3,0 см. Льон дуже вимогливий до попередників і повторних посівів не переносить. На колишнє місце льон повертають через 5-7 років [22-23].

У фазу ранньої, жовтої стиглості льон прибирають для отримання високоякісного волокна, а для отримання насіння льон прибирають в пізню жовту стиглість. Спосіб збирання: снопових, комбайновий і комбінований [24].

Зернові культури – ті культури, які вирощують для отримання зерна. Зернові культури поділяють на хлібні та бобові культури. Хлібні культури відносяться головним чином до сімейства злаків. Їх зерно відрізняється високим (до 80% по масі) вмістом вуглеводів (головним чином крохмалю). Основні продовольчі хлібні культури в світі - пшениця, рис, кукурудза. Менш поширені жито, ячмінь, овес, просо, сорго, чумиза, могогар, пайза, тефф, дагуссу, амарант. Зернобобові культури (горох, квасоля, вика, сочевиця, боби кормові, нут та ін.) відносяться до сімейства бобових; їх зерно відрізняється високим вмістом білка (20-40% по масі). З зерна виробляють борошно, крупу, консерви, корми для худоби; воно служить також сировиною для різних промислових товарів непродовольчого призначення (клею, пластмас і ін) [25].

Розглянемо умови вирощування зернових культур на прикладі озимої пшениці.

Ґрунтові умови. Озима пшениця має підвищені вимоги до ґрунтів. Найбільш придатними є дерново-карбонатні, дерново-підзолисті легко- і середньосуглинисті ґрунти. Рекомендовані параметри агрохімічних показників ґрунтової родючості: рН -

не менше 6,0, вміст гумусу - не менше 2%, рухомих сполук фосфору і калію - не менше 150 мг / кг ґрунту.

Обробка ґрунту. Під озиму пшеницю за традиційною технологією рекомендується орання ґрунту. Воно повинно проводитися як мінімум за 3-4 тижні до посіву. Недостатнє осідання, грубокомковата структура ґрунту призводять до нерівномірності розміщення насіння по глибині і до поганої перезимівлі рослин [26].

Попередники. Розміщення озимої пшениці за оптимальними попередникам дозволяє збільшити врожайність зерна на 3,3-20,8 ц / га. Кращими попередниками є горох-вівсяний пар, конюшина та люпин. З стерньових зернових попередників допустимо лише овес, що обробляється після просапних культур.

Добриво. У порівнянні з іншими зерновими культурами озима пшениця більш вимоглива до добрив в зв'язку зі слаборозвиненою кореневою системою і здатністю поглинати поживні речовини з ґрунту, особливо важко розчинні. Маючи дуже довгий вегетаційний період, озима пшениця засвоює з ґрунту основну масу поживних речовин протягом дуже короткого періоду часу - від фази виходу в трубку до молочної стиглості зерна. За цей короткий період часу рослина засвоює 78-92% азоту, 75-88% фосфору і 85-88% калію. В період появи сходів до весняного відновлення вегетації рослини озимої пшениці засвоюють 8-22% азоту, 12-25% фосфору і 12-15% калію. Підвищене використання поживних речовин в цей період пов'язано з розвитком кореневої системи, кущінням рослин і накопиченням запасних речовин, необхідних для гарної перезимівлі рослин [27-28].

Підготовка насіння до посіву. Для отримання високого врожаю насіння повинні мати високу сортову чистоту і репродукцію, володіти хорошими посівними якостями, підтвердженими відповідними сортовими документами. Протруєння посівного матеріалу – ефективний та економічно вигідний захід. Воно забезпечує знищення або придушення інфекції насіння, а також створює захисний бар'єр від поразки їх збудниками хвороб [29].

Сроки посіву. Важливим агротехнічним фактором в технології обробітку озимої пшениці є термін посіву. Він помітно впливає на ступінь кущіння, перезимівлю, ураження хворобами і шкідниками.

Вибір строку посіву повинен визначатися числом днів від посіву до закінчення осінньої вегетації і сумою ефективних температур за цей період. Дослідженнями встановлено, що найкраще пшениця зимує і формує максимальний урожай, коли до моменту відходу в зиму рослини утворюють по 3-4 втечі [30-31].

### **1.3. Роль біодобрів в практиці вирощування сільськогосподарських культур**

Добрива — органічні та неорганічні речовини, які застосовують для покращення умов живлення культурних рослин з метою підвищення врожаю й покращення його якості. Раціональне застосування біодобрів сприяє отриманню екологічно чистої продукції, накопиченню гумусу, зниженню втоми ґрунту, поліпшенню структури ґрунту та підвищенню її родючості. У натуральних біодобрів є одне дуже корисна властивість: вони вирівнюють кислотно-лужний баланс ґрунту, сприяють меншому виснаженню. На відміну від мінеральних добрив, які засвоюються за все на 35-50%, біодобрива засвоюються майже повністю [32].

Біодобрива не збільшують вміст нітратів в продуктах та ґрунті, підтримуючи при цьому високу врожайність. Рідке органічне добриво містить велику кількість різноманітних мікроелементів, необхідних рослинам для росту і родючості, позитивно впливає на ґрунт і корисні ґрунтові мікроорганізми, стимулюючи їх розвиток. Загальним перевагою добрив на основі ефлюента над непереробленим гноєм, послідом і торфом є високий вміст азоту в амонійній формі, так як в процесі анаеробного зброджування відбувається розпад складних органічних сполук, в результаті чого азот, фосфор, калій і магній переходять у форми, краще засвоюються рослинами. Біодобриво містить ряд доступних органічних і мінеральних речовин, які збільшують проникність і гігроскопічність ґрунту, сприяють збільшенню вмісту в



ньому біогумусу, зменшують ерозію ґрунту, що сприяє підвищенню урожайності сільськогосподарських культур. Органічні речовини відіграють фундаментальну роль для ґрунтів, що використовуються для вирощування сільськогосподарських культур. В ґрунті основна частина органічних речовин повинна бути спочатку перетворена в стійкі макромолекули (гумус). В склад гумусу входять гумінові кислоти (найбільш важливі для родючості ґрунтів). Також в ньому містяться основні елементи живлення, які під дією мікроорганізмів стають доступними для рослин [33].

#### **1.4. Висновки до розділу**

Були проаналізовані сучасні підходи в області фізичних та біологічних факторів впливу на насіння в практиці вирощування олійних та зернових культур. Встановлено, що ультразвукові коливання та біодобриво можуть позитивно впливати на насіння даних культур. Ультразвук може інтенсифікувати проростання та ріст сільськогосподарських клітин, а завдяки біодобриву, в якому всі складові між собою у симбіозі, рослини розвиваються виключно в сприятливих умовах.

## РОЗДІЛ 2

### ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### **2.1. Наукові положення в області обробки ультразвуком зернових та олійних культур**

Механічна дія ультразвуку обумовлена змінним акустичним тиском та полягає у вібраційному мікромасажі тканин на клітинному та субклітинному рівнях. Це відбувається за рахунок зміни провідності іонних каналів мембран клітин та посилення мікропотоків метаболітів в цитоплазмі та органелах, підвищення проникності клітинних та внутрішньоклітинних мембран, внаслідок дії на гіалуронову кислоту. Спостерігається розрив лізосом, вихід ферментів, активація мембранних ензимів та, як результат, активація обмінних процесів.

Механічний ефект обумовлений самою природою ультразвуку, яка представляє собою коливальний рух частинок газоподібних, рідких та твердих середовищ, та пов'язаний зі змінним акустичним тиском під час стиснення та розтягування середовища та силами, що розвиваються внаслідок великих прискорень частинок. При впливі ультразвуку на біологічні об'єкти, частки середовища здійснюють інтенсивні коливальні рухи. Таким чином жива клітина може зазнавати значного впливу вже при досить низьких інтенсивностях високочастотного ультразвуку.

Дія на мембрани. Механічні дії ультразвукових хвиль на біологічні системи можуть змінювати в'язкість цитоплазми, порушувати градієнти концентрації різних речовин в безпосередній близькості від клітинних мембран та навіть порушити цілісність клітинних мембран. У всіх випадках внаслідок впливу механічних коливань на клітку виникає зміна умов транспортування молекул і іонів через клітинну мембрану.

Механізм дії ультразвуку на клітини можна представити у вигляді наступних явищ:

а) порушення мікрооточення клітинних мембран у вигляді зміни градієнтів концентрації різних речовин близько мембран, зміна в'язкості середовища всередині і поза клітиною;

б) зміна проникності клітинних мембран у вигляді прискорення звичайної та полегшеної дифузії, зміні ефективності активного транспорту, порушення структури мембран: зміна проникності клітинних мембран є універсальною реакцією на ультразвуковий вплив, незалежно від того, який з факторів ультразвуку, діючого на клітку, превалує в тому чи іншому випадку;

в) порушення складу внутрішньоклітинного середовища у вигляді зміни концентрації різних речовин в клітині;

г) зміна швидкостей ферментативних реакцій в клітці внаслідок зміни оптимальних концентрацій речовин, необхідних для функціонування ферментів;

д) відділення клітини від ферментів;

е) руйнування таких внутрішньоклітинних структур, як мітохондрії і хлоропласти з метою вивчення взаємозв'язку між їх структурою і функціями;

ж) утворення мутацій: ультразвук навіть малої інтенсивності може пошкодити молекулу ДНК; при цьому ультразвук має перевага перед іншими мутагенами (рентгенівські промені, ультрафіолетові промені), так як з ним надзвичайно легко працювати;

з) здатність ультразвуку розривати оболонку клітини (мембрану).

Надвисока частота ультразвукових коливань призводить до виражених деструктивних змін в клітинах. Виникнення кавітації призводить до лізису клітин.

Правильно підібрана обробка ультразвуком впливає на оболонки сільськогосподарських культури, що сприяє більш швидкому проникненню вологи в його точки зростання (ендосперм і зародок). В результаті спостерігається інтенсифікація процесу пророщування. Так, якщо тривалість традиційних способів пророщування становить

близько 24-26 годин, то ультразвуковий спосіб впливу дозволяє скоротити його до 16 годин. При обробці зерна вчені використовують оптимальні режими впливу, що дозволяє максимально інтенсифікувати процес пророщування і не викликає яких-небудь змін структурних компонентів зерна [34-35].

## 2.2 Характеристика обладнання, принцип дії установки

Ультразвук має великий спектр властивостей та в даний час широко використовується в практиці фізичних, фізико-хімічних та біологічних досліджень, а також з метою дефектоскопії, підводного зв'язку, прискорення деяких хіміко-технологічних процесів, отримання емульсій, сушки, очищення, зварювання та інших процесів. У біології за допомогою ультразвуку проводиться вплив на бактерії, віруси, насіння рослин [37-39].

Для дослідження впливу ультразвуку на насіння зернових у роботі використано ультразвуковий генератор низькочастотних хвиль ГЗ-112. Досліди проводились при  $T = 20^{\circ} \text{C}$ , тривалість досліду становила 15 хвилин для кожного виду насіння. Зображення ультразвукового приладу наведено на рис.2.1



Рис.2.1. Зображення низькочастотного генератору ультразвукових сигналів ГЗ-112

Спеціальний сплав та товщина пластин, які зображені на рис 2.2. дозволив нам створити потрібну частоту ультразвуку (чим менше товщина пластини, тим вище частота ультразвукових хвиль).



Рис. 2.2. Пластини для регулювання частоти ультразвуку

Передня панель з органами керування приведена на рис. 2.3



Рис. 2.3. Загальний вигляд генератора ультразвукових сигналів

На передній панелі електронного блоку розміщені :

1- роз'єм «ВИХІД» для підключення кабелю випромінювача;

2- світловий індикатор вихідної напруги апарату;

3- світловий індикатор «МЕРЕЖА» включення апарату;

4- кнопка «МЕРЕЖА»;

5- перемикач «випромінювач»;

6- перемикач «інтенсивності, Вт/см<sup>2</sup> »;

7- перемикач «РЕЖИМ РОБОТИ»;

8- процедурний годинник, за допомогою якого відбувається вмикання апарату в мережу.

### 2.3. Розробка технології вирощування зернових та олійних культур під впливом ультразвуку

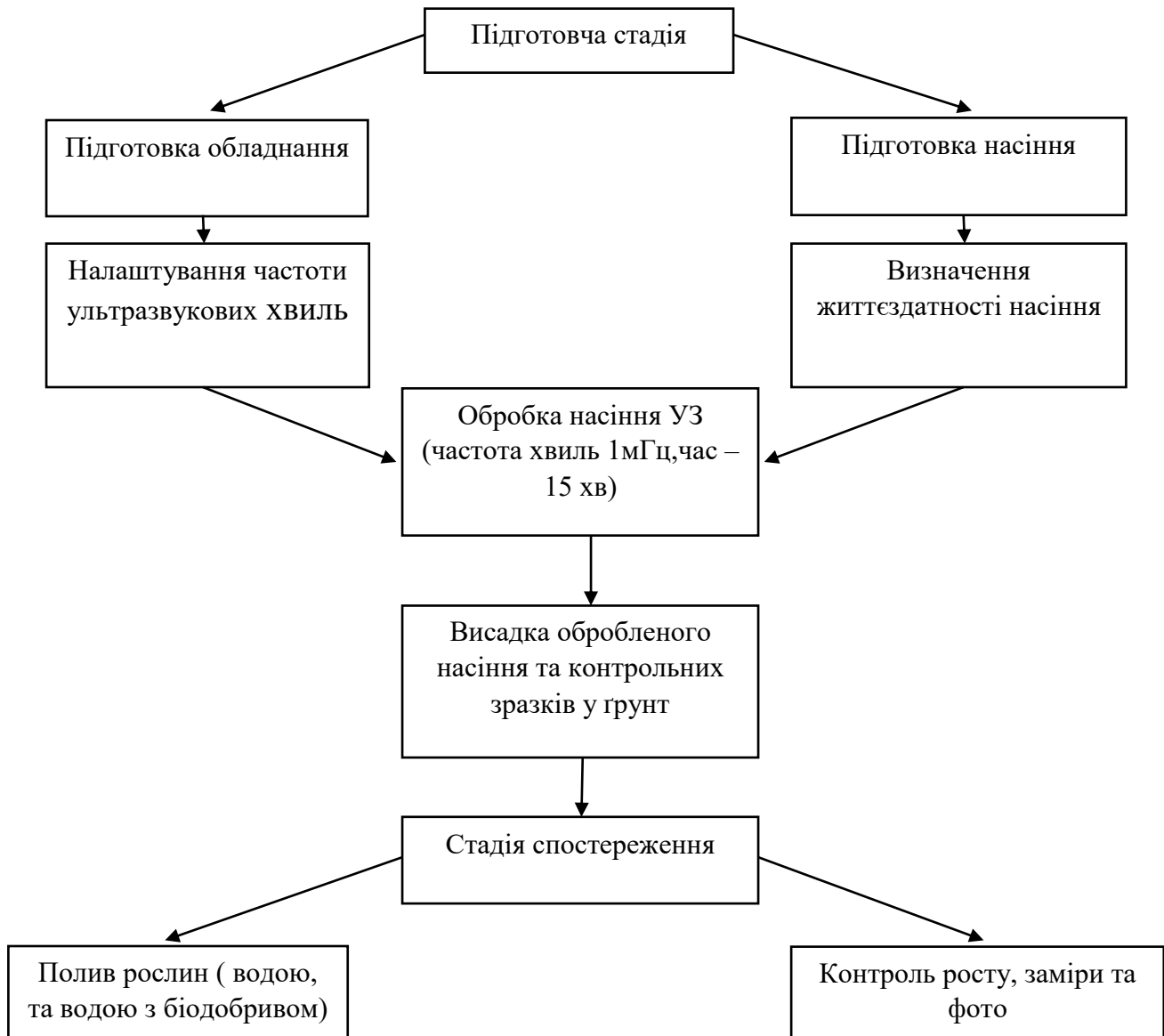


Рис.2.4. Етапи експериментальних досліджень

Залежно від характеру посівного матеріалу та середовищ існують різні методи посіву. Усі вони переслідують одну мету: посіяти матеріали таким чином, щоб з навколишнього середовища у нього не потрапили сторонні мікроорганізми. У

дипломній роботі були використані мікробіологічні методи посіву біодобрива на агаризовані середовища та посів у рідкий матеріал [40].

Посів на агаризовані середовища газонем: приблизно 1 мл рідкої культури наносять піпеткою на поверхню агару та ретельно розподіляють рідину по поверхні середовища. Чашку трохи нахилиють та піпеткою відсмоктують надшлішок культури, виливаючи його у дезінфікувальний розчин. Туди само вміщують піпетку. Після посіву чашки Петрі та пробірки підписують. Засіяні середовища розміщують у термостат. Більшість культур розвивається за оптимальної температури у термостаті – 36-37°C.

Під час посіву культури на рідке середовище петлю ледь занурюють у рідину та розтирають посівний матеріал по стінці пробіру, після чого змивають його середовищем. Посів рідкого матеріалу можна проводити стерильними пастеровськими або градуйованими піпетками [41].

## **2.4. Методика мікробіологічних досліджень**

Для визначення впливу ультразвукових коливань на біодобриво були проведені наступні дослідження: підготували 3 види поживних середовищ для різних видів мікроорганізмів – біфідогар, сабуро та лактоагар. Після приготування середовищ, мікробіологічним методом – шляхом посіву на середовища Сабуро, лактоагар та біфідоагар висіяли по 0,5 мл культуральної рідини кожного зі зразку обробленого біодобрива. Посіви інкубували при температурі 37°C протягом 24 год.

Спосіб приготування біфідоагару: 46 гр препарату розвести в 1000 мл дистильованої води. Кип'ятити протягом 3 хвилин. Стерилізувати 20 хвилин при 112°C. Після того як середовище охолоне, його можна використовувати.

Спосіб приготування поживного середовища «Сабуро»: сухе середовище в зазначеній на етикетці кількості розчиняють в 1 л очищеної води і кип'ятять приблизно 2-3 хвилини до повного розчинення компонентів препарату, потім фільтрують.

Поміщають в стерильні пробірки і стерилізують 15 хвилин при 120-122 °С, середовище важливо не перегріти. Охолоджений до температури 45 - 50 °С агар Сабуро наливають по 20-30 мл в стерильні чашки Петрі, після того як агар застигне, його можна використовувати.

Для приготування м'ясо-пептонного агару (МПА) використовують виготовлену промисловим способом суміш, що містить усі компоненти і характеризується стандартністю, стабільністю та простотою приготування. Указану в інструкції кількість сухого порошку слід розмішати в колбі з 1000 мл холодної дистильованої води. Перевірити рН за допомогою індикаторного паперу й за необхідності довести його до 7,2–7,4 розчином NaOH. Потім, при постійному перемішуванні, довести розчин до кипіння та до повного розчинення інгредієнтів. Отримане середовище профільтрувати в гарячому вигляді через ватно-марлевий фільтр. Стерилізувати при 121°С (при 1 атм в автоклаві) протягом 15–20 хв. Охолоджений до температури 45 - 50 °С МПА наливають по 20-30 мл в стерильні чашки Петрі, після того як агар застигне, його можна використовувати [45].

## **2.5. Висновки до розділу**

Отже, описані матеріали та методи дослідження дають змогу отримати розуміння механізму дії ультразвукових коливань на зернові та олійні культури. Досліджено, що правильно підібрана обробка ультразвуком впливає на оболонки насіння сільськогосподарських культур, що сприяє більш швидкому проникненню вологи в його точки зростання (ендосперм і зародок). В результаті спостерігається інтенсифікація процесу пророщування. Так, якщо тривалість традиційних способів пророщування становить близько 24-26 годин, то ультразвуковий спосіб впливу дозволяє скоротити його до 16 годин. При обробці зерна вчені використовують оптимальні режими впливу, що дозволяє максимально інтенсифікувати процес пророщування і не викликає яких-небудь змін структурних компонентів зерна.



## РОЗДІЛ 3

### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 3.1. Результат впливу ультразвуку на ріст наземної частини рослини

Для визначення впливу ультразвуку на зернові та олійні культури була проведена попередня обробка ультразвуковими хвилями насіння озимої пшениці, спельти, рижію та льону. Обробка проводилася протягом 15 хв. Частотою ультразвукових коливань 1мГц. Результати досліджень показані на рисунках нижче. Даний діапазон ультразвукової обробки обрано виходячи із літературного огляду, спираючись на результати досліджень інших авторів.

В результаті проведення наукових досліджень щодо впливу ультразвуку на ріст та життєдатність сільськогосподарських культур, на рисунках 3.1,3.3,3.5 та 3.7 презентовано фотозвіт з вирощування в лабораторних умовах зернових та олійних культур. На базі отриманих результатів досліджень побудовано графічні залежності, які наведено на рисунках 3.2,3.4,3.6 та 3.8. Заміри наземної частини росту олійних та зернових культур проводилися один раз на дві доби.



*a*



*б*

Рис.3.1. Ріст озимої пшениці протягом експерименту, який тривав 30 діб - контрольний зразок(*a*); рослина, насіння якої було попередньо оброблене уз (*б*)

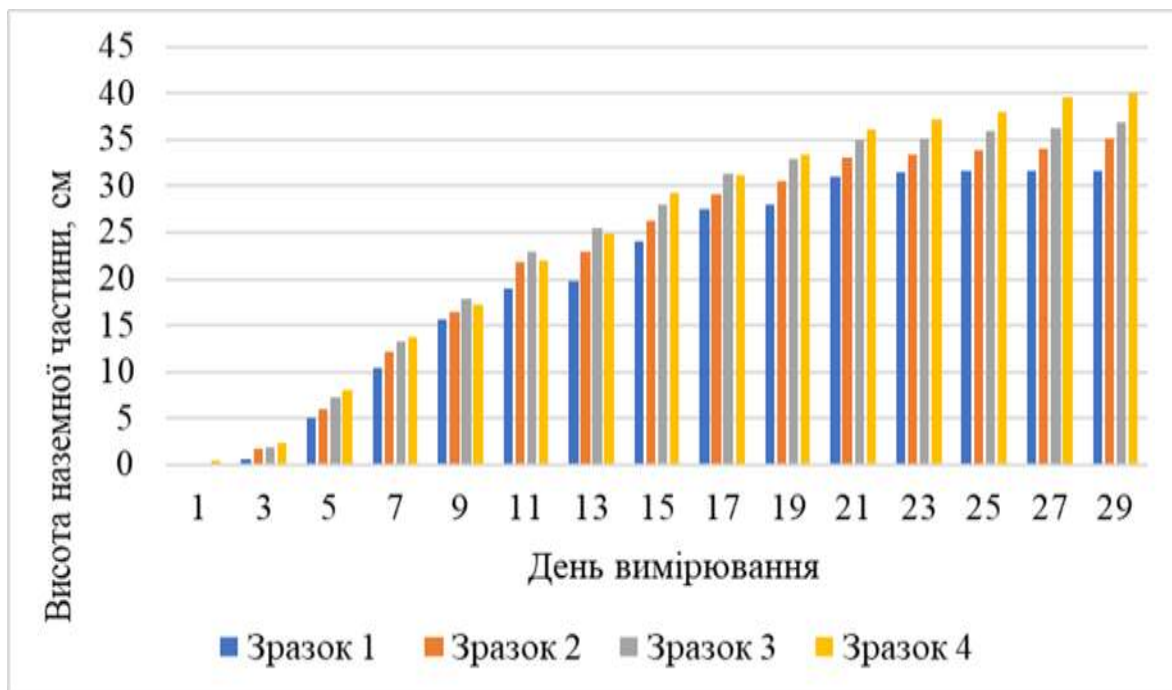


Рис. 3.2. Динаміка зростання наземної частини озимої пшениці під впливом ультразвуку та біодобрива: зразок 1 – контроль(без жодного впливу); зразок 2 – насіння, оброблене ультразвуком; зразок 3 – насіння, оброблене ультразвуком та полив біодобривом в концентрації 1/1000 мл; зразок 4 – насіння, оброблене ультразвуком та полив біодобривом в концентрації 2/1000 мл

Виходячи з графічної залежності (рис.3.2) встановлено, що в наслідок обробки насіння ультразвуком в комплексі із біодобривом підвищеної концентрації для поливу озимої пшениці під час її вирощування, висота наземної частини більша на 22% у порівнянні з контрольним зразком. Висота стебла контрольного зразку на 30-й день росту – 31,7 см, а насіння, яке було попередньо оброблене ультразвуком та поливалося підвищеною концентрацією біодобрива (2/1000мл) достигло висоти 40,1 см.



*a*



*б*

Рис. 3.3. Ріст спельти протягом експерименту, який тривав 30 діб - контрольний зразок(*a*); рослина, насіння якої було попередньо оброблене уз (*б*)

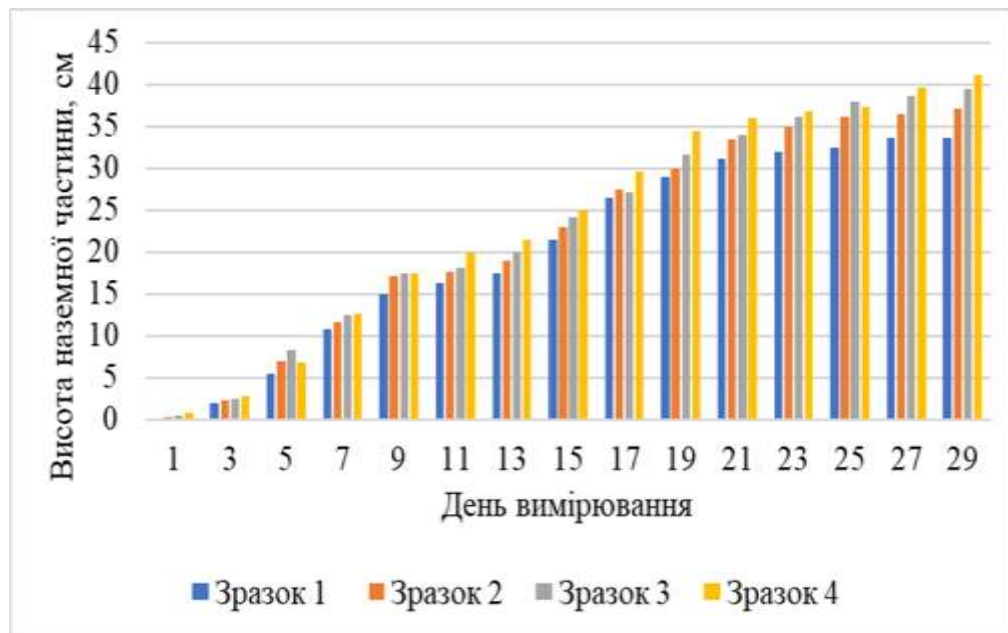


Рис. 3.4. Динаміка зростання наземної частини спельти під впливом ультразвуку та біодобрива: зразок 1 – контроль(без жодного впливу); зразок 2 – насіння, оброблене ультразвуком; зразок 3 – насіння, оброблене ультразвуком та полив біодобривом в концентрації 1/1000 мл; зразок 4 насіння, оброблене ультразвуком та полив біодобривом в коцентрації 2/1000 мл

Проаналізувавши рисунок 3.4 можна зробити наступні висновки : внаслідок обробки насіння ультразвуком в комплексі з використанням органічного добрива підвищеної концентрації спельта проростає та розвивається швидше ніж рослина з контрольного зразку. Висота стебла рослини без обробки на 30-й день росту досягла 33,7 см, а те насіння яке попередньо було оброблене ультразвуком та поливалося біодобривом виростало до 41,1 см. За даними росту бачимо, що різниця між зразками 20%.



*a*



*б*

Рис. 3.5. Ріст льону протягом експерименту, який тривав 30 діб -контрольний зразок(*a*); рослина, насіння якої було попередньо оброблене уз (*б*)

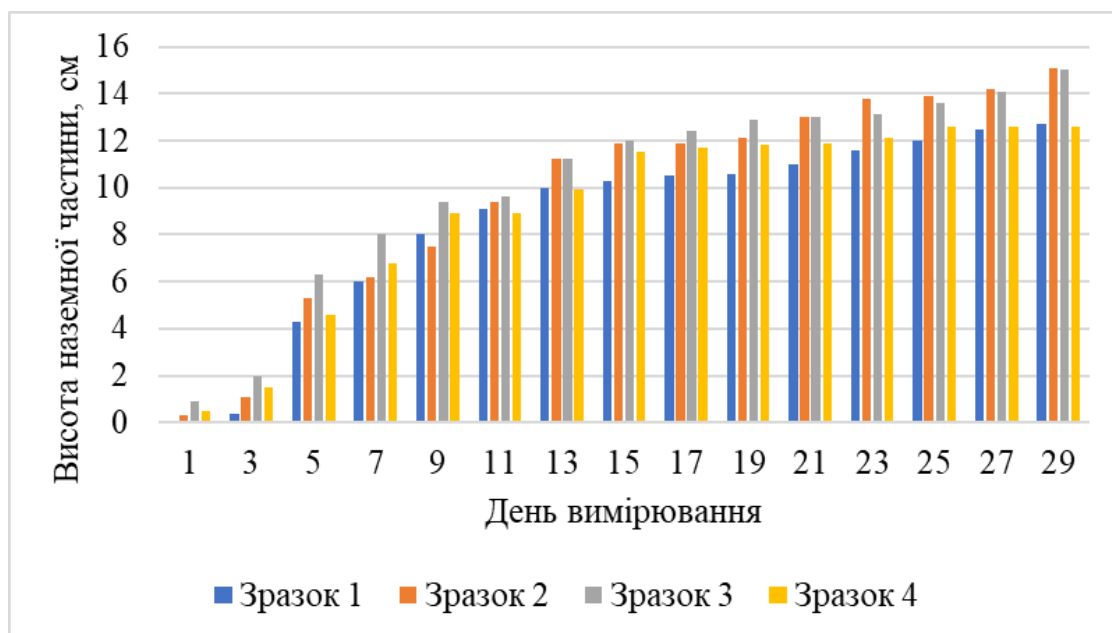


Рис. 3.6. Динаміка зростання наземної частини льону під впливом ультразвуку та біодобрива: зразок 1 – контроль (без жодного впливу); зразок 2 – насіння, оброблене ультразвуком; зразок 3 – насіння, оброблене ультразвуком та полив біодобривом в концентрації 1/1000 мл; зразок 4 – насіння, оброблене ультразвуком та полив біодобривом в коцентрації 2/1000 мл

Проаналізувавши графічну залежність (рис.3.6) встановлено, що для льону достатньо лише ультразвукової обробки, біодобриво результат не покращило. Висота стебла контрольного зразку на 30-й день росту досягла 12,7 см, а насіння, яке піддалося попередній обробці ультразвуком досягло 15,1 см. Ультразвук пришвидшив ріст культури на 20%.



*a*



*б*

Рис. 3.7. Ріст рижію протягом експерименту, який тривав 30 діб - контрольний зразок(*a*); рослина, насіння якої було попередньо оброблене уз (*б*)

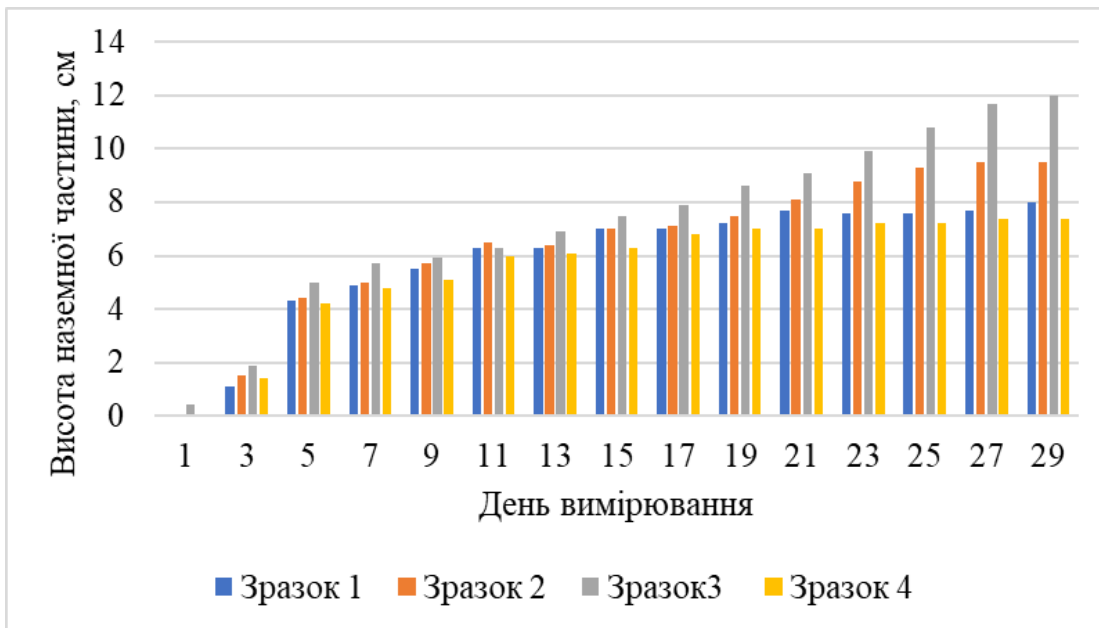


Рис. 3.8. Динаміка зростання наземної частини рижію під впливом ультразвуку та біодобрива: зразок 1 – контроль (без жодного впливу); зразок 2 – насіння, оброблене ультразвуком; зразок 3 – насіння, оброблене ультразвуком та полив біодобривом в концентрації 1/1000 мл; зразок 4 – насіння, оброблене ультразвуком та полив біодобривом в коцентрації 2/1000 мл.

Виходячи з графічної залежності (рис.3.8) встановлено, що в наслідок обробки на сіння рижію ультразвуком у комплексному використанні з біодобривом в концентрації 1/1000мл під час вирощування, висота наземної частини у порівнянні із контрольними зразками більша на 30% ( 8 та 12 см відповідно).

### **3.2. Результати мікробіологічних досліджень біодобрива**

У рідких середовищах, при дії ультразвуку, амплітуда змінного тиску змінюється в залежності від щільності середовища, швидкості поширення ультразвукових хвиль, інтенсивності та частоти коливання частинок середовища. У момент розтягування, при зниженні тиску, в окремих ділянках рідини відбувається порушення суцільності рідкого середовища - рідина може розірватися, при цьому в рідині можуть утворитися мікропорожнини (каверни), які в деякій мірі заповнюються парами рідини або розчиненими в ній газами. Подальше стиснення призводить до закриття утворення бульбашок. Перед зачиненням в них створюється великий тиск. Тому в момент зникнення бульбашок відбуваються потужні гідравлічні удари, та виникає ударна хвиля з великими змінними тисками, що володіє великою руйнівною силою. Це явище називається кавітацією. Освіта та подальше поширення ударних хвиль, можуть приводити до розривів та пошкоджень структури біологічних тканин. Для виникнення кавітації необхідно досягнення певного значення інтенсивності ультразвуку (порогового значення). Величина порогового значення залежить від частоти ультразвуку та сил зчеплення в рідині. Розтягування, яке можуть витримати рідини, залежить від домішок в них (наявність газів та газових бульбашок). Кавітаційні мікропорожнини, що утворюються в середовищі при ультразвуковому впливі, існують короткий час. Знижений тиск в кожній точці середовища існує лише протягом полуперіоду коливань, потім змінюється підвищеним тиском, що призводить до швидкого закриття мікропорожнин. В результаті збільшення коливального руху частинок середовища, а також закривання каверн, в невеликих обсягах виділяється

велика теплова енергія. Поглинання енергії ультразвуку викликає підвищення температури середовища. Кавітація, також, супроводжується утворенням хімічно активних частинок, які вступають в реакцію з біомакромолекулами, істотно змінюючи їх властивості [42-44].

Представлені результати досліджень у таблиці 3.1 щодо культивування біфідобактерій на елективному поживному середовищі біфідоагар під впливом ультразвукових коливань різних частот, можливо стверджувати, що для біфідобактерій будь-яка частота із досліджених сприяє збільшенню їх біомаси - титру, це говорить про висотку специфічність та толерантність даної таксономічної групи мікроорганізмів по відношенню до ультразвукових коливань. Відомо що ультразвук відноситься до мутагенних факторів впливу, але за отриманими результатами дослідження можливо стверджувати про суттєву стійкість даних груп мікроорганізмів по відношенню до даного мутагенного фактору.




Таблиця 3.1

Результати культивування біодобрива, обробленого уз  
(середовище Біфідоагар)

Частота уз коливань	Фото досліджуваних зразків	Аналіз отриманих результатів
Контроль		Титр: $1 \cdot 10^5$ кл/мл; Спостерігається помірне газоутворення по закінченню процесу термостатного культивування, яке тривало 24 год.






Продовження таблиці 3.1

200 Гц		Титр: $7 \cdot 10^6$ кл/мл; Відбулося несуттєве зниження газоутворення
400Гц		Титр: $1 \cdot 10^6$ кл/мл; У порівняння із контролем відбулося інтенсивне газоутворення
1мГц		Титур: $3 \cdot 10^7$ кл/мл; Відбулося найбільше газоутворення з інтенсивними ознаками опалесценції

Аналізуючи представлені результати досліджень видно, що ультразвук діє негативно на представлені таксономічні групи, а саме на актиноміцети та сахароміцети, а саме - проявляє пагубний вплив саме при частотах 200 кГц та 400 кГц. При вказаних частотах відбувається повне пригнічення росту даних таксономічних груп мікроорганізмів, про що свідчать результати наведені в табл 3.2.

Результати культивування біодобрива, обробленого уз  
(середовище Сабура)

Частота коливань	уз	Фото досліджуваних зразків	Аналіз отриманих результатів
Контроль			К-ть колоній: $1 \cdot 10^4$ ко/мл; Спостерігається інтенсивний ріст колоній, характерний для дріжджів та грибів
200 кГц			Відсутній ріст колоній, ультразвукові коливання з частотою 200 кГц повністю вбили культуру
400 кГц			Відсутній ріст колоній, ультразвукові коливання з частотою 400 кГц повністю вбили культуру

Продовження таблиці 3.2

1 мГц		К-ть колоній: $1 \cdot 10^4$ ко/мл; Відсутні колонії характерні для дріжджів. Активізувався ріст актиноміцетів
-------	---	---




Результати досліджень щодо виділення лактобактерій із біодобрива ЕМ-1 з послідуочим культивуванням на елективному поживному середовищі лактоагар представлені в таблиці 3.3. Отримані результати досліджень слідчать про те, що група лактобактерій є толерантною щодо пагубного впливу ультразвуку різних частот. Це зумовлено особливостями даного виду та високим потенціалом життєздатності лактобактерій. Виходячи з отриманих результатів досліджень можна зробити висновок, що ультразвук сприяє направленому культивуванню молочнокислих бактерій, оскільки вони зберігають свою життєздатність при будь-яких частотах.

Таблиця 3.3

Результати культивування біодобрива, обробленого уз  
(середовище Лактоагар)

Частота уз коливань	Фото досліджуваних зразків	Аналіз отриманих результатів
Контроль		К-ть колоній: $2 \cdot 10^5$ ко/мл; Колонії дрібні, соковиті, края рівні, діаметр 1,5 мм, помірний ріст

Продовження таблиці 3.3

200 кГц		К-ть колоній: $5 \cdot 10^7$ ко/мл; Колонії дрібні, соковиті, края рівні, діаметр 1 мм
400 кГц		К-ть колоній: $3 \cdot 10^6$ ко/мл; Колонії дрібні, соковиті, рівні края, діаметр 2 мм
1 мГц		К-ть колоній: $9 \cdot 10^8$ ко/мл; Колонії дрібні, соковиті, рівня края, діаметр 2мм, спостерігається інтенсивний ріст

Узагальнюючи результати мікробіологічних досліджень які пов'язані із визначенням біологічної активності таких таксономічних груп як лактобактерії, біфідобактерії, сахароміцети та актиноміцети можливо зробити висновок, що при використанні ультразвукових коливань будь-якої частоти із вище наведених зберігається життєздатність, при деяких частотах відбулася навіть інтенсифікація росту молочнокислих бактерій, що неможливо сказати про досліджені таксономічні групи такі як актиноміцети та сахароміцети. Виходячи з цього, ми не можемо рекомендувати ультразвукову обробку добрива ЕМ-1 тому, що в даному добриві присутній симбіоз

різних таксономічних груп. В наслідок дії ультразвуку буде відбуватися вибірковість його дії на певні групи мікроорганізмів, внаслідок чого буде порушення балансу між усіма представниками біодобрива.

### **3.3. Якісний склад біодобрива EM-1 та морфологічна характеристика його представників**

«Емочки для всіх» - готовий до застосування комплексний мікробіологічний препарат універсального призначення. Приготований на харчовому поживному середовищі.

Склад біодобрива наступний: *Bacillus subtilis*, *Bifidobacterium animalis*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus diacetylactis*, *Lactobacillus fermentum*, *Pseudomonas*, *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus plantarum*, *Rhodopseudomonas palustris*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Streptococcus thermophilus*, *Rhizobium meliloti*, *Actinomyces fradiae*, у тому числі біологічно-активні компоненти – вітаміни, амінокислоти та ферменти.

*Bacillus* - одноклітинні, нефотосинтезуючі, аеробні, паличкоподібні клітини (рис.3.9), що утворюють типові ендоспори. Відносяться до гетеротрофних організмів. Розмножуються поперечним поділом клітин. Розгалуження і брунькування клітин як спосіб розмноження не зазначені. Поперечний розмір клітин варіює в межах 0,4-2 мкм. Вегетативні клітини мають вигляд прямих або слабозігнутих паличок з паралельними сторонами і округлими кінцями, які в окремих випадках різко обрізані [46].

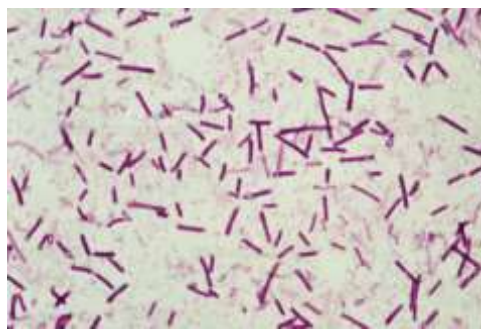


Рис. 3.9. – *Bacillus* під мікроскопом

*Bifidobacterium* - рід грампозитивних анаеробних бактерій. Біфідобактерії не утворюють спор, мають форму трохи зігнутих паличок (рис.3.10) довжиною 2-5 мкм, кінці клітин біфідобактерій можуть бути роздвоєні, витончені або потовщені у вигляді куль. Розташування клітин одиночне, парами, V-образний, іноді ланцюжками або розетками.



*a*



*б*

Рис. 3.10. Представники роду *Bifidobacterium animalis* (а), *Bifidobacterium longum*(б).

Серед представників роду *Lactobacillus* зустрічаються бактерії з різною морфологією. Більшість представників роду мають форму прямих паличок із закругленими кінцями, зібраних в ланцюжки різної довжини, або розташовані поодинокі або попарно (рис.3.11.). серед лактобацил зустрічаються короткі коконовидні і покручені форми, а також довгі, ниткоподібні палички довжиною від 0.7-1.1 до 3.0-8.0 мкм, розташовані поодинокі або зібрані в ланцюжки [47].

Довжина паличок і величина вигину зазвичай залежать від умов зростання: складу живильного середовища, температурного режиму, аерації, а також віку

культури. У деяких видів (наприклад, *L. fermentum*, *L. brevis*) культура завжди представлена сумішшю коротких і довгих паличок. Лактобацили не утворюють ендоспори. За Грамом забарвлюються позитивно, стають грамнегативними з віком і при підвищенні кислотності. При фарбуванні за Грамом або метиленовим синім у деяких штамів виявляються біполярні тільця, зернистість або лінійна смугастість цитоплазми.

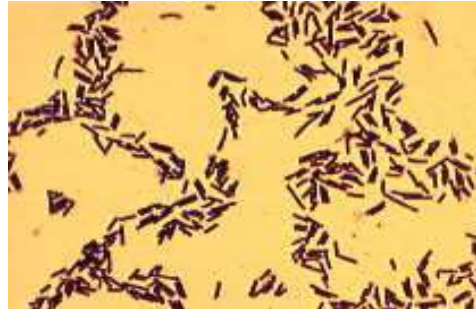


Рис. 3.11. Мазок чистої культури *Lactobacillus bulgaricus* під мікроскопом

Клітини *Saccharomyces* мають округлу, яйцевидну (рис.3.12), або еліпсоїдну форму; розмір їх коливається від 2,5 до 10 мкм в поперечнику та від 4,5 до 21 мкм в довжину. Розмір та форма клітин одного і того ж штаму визначаються генетично і можуть варіюватися в певних межах залежно від умов культивування і наступних операцій отримання комерційних дріжджів (зневоднення). Клітини складаються з мікроскопічних (видимих в звичайному мікроскопі при збільшенні в 600-900 разів) та субмікроскопічних, видимих тільки в електронному мікроскопі (збільшення від 15-20 тис. разів), структур.

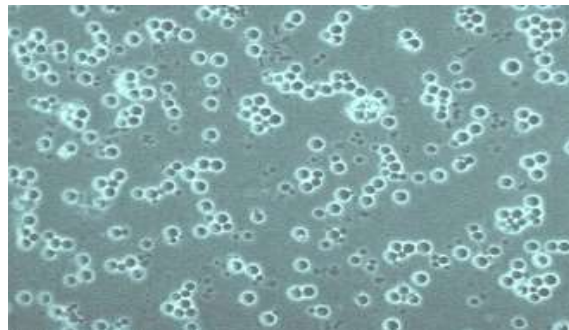


Рис. 3.12. Клітини представника роду *Saccharomyces*

*Streptococcus* - (~ 1 мкм в діаметрі) організовані в довгі та короткі ланцюжки (рис.3.13.). Довгі ланцюжки налічують до 50 та більше клітин, короткі - 4-10. Усередині ланцюжків клітини часто розташовуються попарно. Ланцюжки формуються, коли бактерії діляться в одній площині і залишаються зчепленими. Стрептококи нерухомі, грампозитивні, бактерії, спори не утворюють. Деякі штами здатні утворювати капсулу, однак ця ознака не є постійним [48-49].

Більшість стрептококів зростає в присутності кисню, але можуть і не мати потреби в ньому. Деякі види є строгими анаеробами. Стрептококи добре ростуть на збагачених середовищах. Видимі колонії з'являються через 24-48 годин. Рясне зростання можна отримати при культивуванні на середовищі з додаванням сироватки або цільної крові. Стрептококи можуть рости в молоці. Оптимальною температурою зростання є температура тіла людини, але можуть рости та при температурі від 15 ° С до 45 ° С. Всі представники каталазо- та оксидазо- негативні.



Рис. 3.13. *Streptococcus* під мікроскопом

*Actinomyces* - Грам+, поліморфні: частіше утворюють нитки (рис.3.14.) діаметром 0,2-2мкм і довжиною до 600 мкм, іноді зустрічаються тонкі, прямі або злегка зігнуті палички 0,2-1x2,5 мкм, а також коконоподібна форми. Ультраструктура актиноміцетів не відрізняється від справжніх бактерій, проте в складі пептидоглікану виявлені цукри,



відсутні в інших прокариотів (галактоза, арабіноза, ксилоза), міколових кислоти і великі кількості жирних кислот.

Ниткоподібні клітини актиноміцетів, як і одноклітинних грибів, не розділені септами (перегородками) і називаються гіфами. Скупчення гіфів називають міцелієм. Міцелій розвивається з невеликої нирки, яка поступово витягується в паличку, а потім в коротку нитку з бічними відгалуженнями. На кінцях повітряного міцелію актиноміцети утворюють конідії або спороноси (прямі, хвилясті або спіральні). Екзоспори (овальні, круглі, циліндричні, з гладкою поверхнею або шипами) служать для розмноження актиноміцетів, вони не терmostійкі, але витримують висушування. Деякі актиноміцети мають капсулу. Актиноміцети розмножуються безстатевим шляхом (Екзоспори, поперечним поділом, брунькуванням і фрагментацією міцелію на паличкоподібні або кокковидной форми) [50-51].

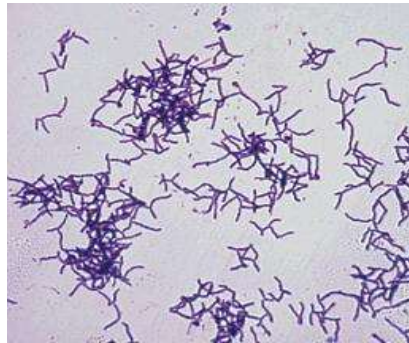


Рис. 3.14. Чиста культура актиноміцетів, забарвлення за Грамом

Кожен різновид дієвих мікроорганізмів має власну значиму функцію:

- фотосинтезуючі бактерії продукують корисні речовини з корневих виділень рослин, органічних речовин та токсичних газів, вживаючи сонячне світло та тепло землі як джерела енергії.

- молочнокислі бактерії виробляють молочну кислоту з цукру та інших вуглеводів, сформованих фотосинтезуючими бактеріями та дріжджами. Молочна кислота пригнічує шкідливі мікроорганізми та прискорює руйнування органічної речовини.

- дріжджі продукують антибіотики та корисні для рослин речовини з амінокислот та цукрів, які відтворюються фотосинтезуючими бактеріями, органічними речовинами та корінням рослин. Біологічно активні речовини типу гормонів та ферментів, вироблені дріжджами, активізують ріст кореня.

- актиноміцети виробляють антибіотики з амінокислот, які виділяються фотосинтезуючими бактеріями і органічною речовиною. Ці антибіотики пригнічують ріст шкідливих грибів і бактерій.

- ферментні гриби типу *Aspergillus* і *Penicillium* стрімко розкладають органічні речовини, виробляючи етиловий спирт, складні ефіри і антибіотики. Вони пригнічують запахи і запобігають зараженню ґрунту шкідливими комахами та їх личинками.

Кожен різновид дієвих мікроорганізмів має власну значиму функцію. Але при цьому підтримує вплив інших мікроорганізмів і застосовує речовини, сформовані цими мікроорганізмами. Це явище називається симбіоз.

Коріння рослин виділяють вуглеводи, амінокислоти, органічні кислоти і активні ферменти, які ЕМ-1 використовують для зростання. Протягом цього процесу вони, в свою чергу, забезпечують рослини амінокислотами, нуклеїновими кислотами, різними вітамінами і гормонами. У прикореневій зоні ЕМ-1 утворюють симбіоз з рослинами. Тому, рослини розвиваються в винятково сприятливих умовах.

### **3.4. Висновки до розділу**

Експериментально було доведено, що ультразвукові коливання впливають на швидкість пророщування та інтенсивність росту сільськогосподарських культур. За даними дослідження можна зробити висновок, що рослини, насіння яких було попередньо оброблене ультразвуковими коливаннями на 20-30% мають більш прискорений ріст наземної частини ніж ті рослини, які були без попередньої обробки. Проаналізовано якісний склад біодобрива ЕМ-1, його вплив на олійні та зернові культури, він повністю

відповідає заявленому видовому різноманіттю, яке необхідно для вирощування сільськогосподарських культур.

Отриманні результати досліджень дають можливість покращити технологію вирощування зернових та олійних культур шляхом інтенсифікації проростання насіння у ґрунті завдяки впливу ультразвукових коливань з подальшою підтримкою росту рослин завдяки внесенню біодобрива ЄМ-1. Дані підходи дають можливість переглянути застарілі методології використання мінеральних добрив, дозволяють поліпшити ріст та якість продукції з дотриманням екологічних норм.

## ВИСНОВКИ

Сформульовано необхідність проведення комплексних наукових досліджень у напрямку сільського господарства задля збільшення врожаю олійних та зернових культур, які відіграють важливу роль для людства.

Встановлено оптимальний час та частоту ультразвукових коливань для насіння (озимої пшениці, спелти, рижю та льону) перед висаджуванням у ґрунт. Оптимальним часом експозиції насіння у умовах ультразвукових коливань - 15 хв, при частоті ультразвукових коливань 1мГц.

Експериментами встановлено оптимальне розведення біопрепарату ЄМ-1 у воді для поливу олійних та зернових культур: 1 мл/л води – олійних та 2,0 мл/л води – для зернових.

Експерименти свідчать, що комплексне використання умов ультразвукових коливань та біодобрива ЄМ-1 сприяло швидкому пророщенню (рослини, насіння яких попередньо піддалося обробці ультразвукових частот проросло на 50% швидше, ніж контрольні зразки) та пришвидшенню вегетативного періоду .

Комплексний підхід у практиці вирощування зернових (вплив фізичних факторів – ультразвукові коливання та мікробіологічних - біодобриво) сприяє пришвидшенню росту рослини на 30%.

Результати дослідження показали, що для олійних культур немає сенсу використовувати два методи впливу (фізичний вплив ультразвуку та біоорганічне добриво) одночасно, оскільки на відбувається збільшення інтенсивності росту наземної частини рослин.

## СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Кирсакова Е. В. Предпосевная обработка семян зерновых, зернобобовых и крупяных культур / Е. В. Кирсакова, К. М. Злотников, А. К. Злотников. – Москва: Спутник, 2011. – 55 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1999. – 351 с.
3. Рожков А. О. Дослідна справа в агрономії / А. О. Рожков, С. М. Каленська, В. К. Пузік. – Харків: Майдан, 2016. – 311 с.
4. Рижик О.Б. Методика посіву сільськогосподарських рослин / О.Б.Рижик. – Київ: Науковець, 1997. – 187 с.
5. Авксентьева О. О. Біохімія рослин: малий практикум / О. О. Авксентьева, Л. О. Красільнікова, В. В. Жмурко. – Харків: Майдан, 2012. – 230 с.
6. Антипчук А. Ф. Экологические аспекты селекции ризобий и повышения эффективности симбиоза / А. Ф. Антипчук // Физиология и биохимия культ. раст. – 1994. – 26, № 4. – С. 315-333.
7. Бровдій В. М. Біологічний захист рослин: Навч. посібник / Бровдій В. М., Гулий В. В., Федоренко В. П. – Київ: Світ, 2003. – 352 с.
8. Волкогон В. В. Мікробні препарати в землеробстві / В. В. Волкогон. – Київ: Агровісник Україна. – 2006. – №7. – С. 23–27.
9. Дукач В. О. Биостимуляторы роста в жизни растений / В. О. Дукач. – Київ: Агровісник Україна. – 2006. – №5. – С. 23–27.
10. Застосування мікробних препаратів і протруйників у землеробстві / Л. М.Токмакова, І. М. Пищур, В. І. Канівець, В. В. Скорик. // Вісник аграрної науки. – 2012. – №7. – С. 21–24.
11. Кучеренко М. Є. Сучасні методи біохімічних досліджень / М. Є. Кучеренко, Ю. Д. Бабенюк, В. М. Войціцький. – Київ: Фітосоціоцентр, 2001. – 424 с.

12. Мананков М. К. Регуляторы роста растений и практика их применения / М. К. Мананков, М.М. Мусиенко, О.П. Мазанкова. – Симферополь: Юг-Бумага, 2003. – 174 с.
13. Бергман Л. Н. Ультразвук и его применение в науке и технике / Л. Н. Бергман. – Москва: Наука, 1998. – 576 с.
14. Маргулис М. А. Звукохимические реакции и сонолюминисценция / М. А. Маргулис. – Москва: Химия, 1998. – 272 с.
15. Байер В. Р. Ультразвук в биологии и медицине / В. Р. Байер. – Санкт Петербург, Учёный, 1995. – 308 с.
16. Гауровец Ф. М. Химия и функция белков / Ф. М. Гауровец. – Москва: Мир, 1965. – 530 с.
17. Рейх Е. Л. Нуклеиновые кислоты / Е. Л. Рейх, И. С. Гольдберг. – Москва: Мир, 1966. – 301 с.
18. Безуглий М. Д. Сучасні біотехнології у рослинництві / М. Д. Безуглий. // Вісник аграрної науки. – 2009. – №9. – С. 5–7.
19. Дідора В. Г. Вирощування льону-довгунця - енергозберігаюча технологія / В. Г. Дідора. – Житомир: Полісся, 1999. – 117 с.
20. Дідора В. Г. Екологічні фактори та періодичність росту льону-довгунця / В. Г. Дідора. // Вісник аграрної науки. – 1999. – №11. – С. 31–32
21. Дідора В. Г. Агроекологічна і енергетична ефективність виробництва льонопродукції / В. Г. Дідора. – Житомир: Полісся, 1999. – 51 с.
22. Дідора В. Г. Добова періодичність льону-довгунця / В. Г. Дідора, М. С. Чернілевський, А. М. Кунанець. – Вінниця: Аграрій, 2000. – 130 с.
23. Дідора В. Г. Добова періодичність росту льону-довгунці в залежності від обробітку ґрунту / В. Г. Дідора. – Вінниця: Аграрій, 2000. – 89 с.
24. Казанцев В. П. Освоение адаптативно-ландшафтных систем и агротехнологий на целинных землях / В. П. Казанцев. – Москва: Агропромиздат, 2009. – 350 с.

25. Вавилов П. П. Рослинництво / П. П. Вавилов, В. Б. Гриценко, В. С. Кузнецов. – Москва: Агропромиздат, 1999. – 210 с.
26. Корхова М. М. Вплив сорту, строку сівби та норми насіння на формування площі листової поверхні рослин озимої пшениці / М. М. Корхова, О. А. Коваленко, І. С. Поліщук. – Харків: Вежа, 2015. – 130 с.
27. Лихочвор В. В. Рослинництво / В. В. Лихочвор. – Київ: Вища школа, 2004. – 235 с.
28. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко. – Львів: Українські технології, 2014. – 1040 с.
29. Каленська С. М. Насіннезнавство та методика визначення якості насіння сільськогосподарських культур / С. М. Каленська. – Вінниця: ФОП Данилюк, 2011. – 320 с.
30. Алімов Д. М. Технологія вирощування продукції рослинництва / Д. М. Алімов, Ю. В. Шелестов. – Київ: Вища школа, 1995. – 90 с.
31. Минкевич И. А. Растениеводство / И. А. Минкевич. – Москва: Высшая школа, 1999. – 480 с.
32. Дідур І. М. Вплив іокулянтів та мікродобрив на рослини / І. М. Дідур, М. О. Темченко. // Сільське господарство та лісництво. – 2017. – №4. – С. 18-11.
33. Паларамчук В. Д. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур / В. Д. Паларамчук, О. В. Климчук, І. С. Поліщук. – Вінниця: Весна, 2010. – 633 с.
34. Журавлев А. М. Ультразвковое свечение / А. М. Журавлев, В. Б. Акоюн. – Москва: Наука, 1999. – 135 с.
35. Акоюн В. Б. Лечит ультразвук / В. Б. Акоюн. – Москва: Колос, 1999. – 112 с.
36. Акоюн В. П. Физические основы ультразвуковой терапии / В. П. Акоюн. // Физика. – 2001. – №11. – С. 9.

37. Крылов П. О. Ультразвук и его лечебное применение / П. О. Крылов, В. И. Рокитянский. – Москва, Высшая школа, 1978. – 221 с.
38. Атьков О. Ю. Основные тенденции развития УЗ методов диагностики / О. Ю. Атьков. – Москва: Клио, 2002. – 114 с.
39. Атьков О. Ю. Ультразвук в окружающей среде / О. Ю. Атьков. – Москва: Клио, 2002. – 96 с.
40. Шлегель Г. П. Общая микробиология / Г. П. Шлегель. – Москва: Высшая школа, 1998. – 239 с.
41. Селибер Г. Л. Большой практикум по микробиологии / Г. Л. Селибер. – Москва: Высшая школа, 1989. – 491 с.
42. Шевелуха В. С. Периодичность роста сельскохозяйственных растений у пути его регулирования / В. С. Шевелуха. – Москва, Высшая школа, 1980. – 455 с.
43. Цыганкова В. А. Особенности действия регуляторов роста на экспрессию в клетках зародышей семян в раннем постэмбриогенезе / В. А. Цыганкова, Л. И. Мусатенко, Л. А. Галкина. // Биотехнология. – 2008. – №2. – С. 81–92.
44. Галкін А. П. Особливості змін експресії генів в клітинах рослин під впливом екзогенних регуляторів росту / А. П. Галкін, В. А. Цыганкова, С. П. Пономаренко – Київ: Логос, 2009. – С. 576–584.
45. Голубовская Э. К. Методические указания к лабораторным работам по микробиологии / Э. К. Голубовская. – Луганск, Планета, 2003. – 80 с.
46. Хоулт Д. Определитель бактерий Берджи / Д. Хоулт, Н. Крига, П. Смит. – Москва, Высшая школа, 1997. – 245 с.
47. Hammes W. P. The genus *Lactobacillus* / W. P. Hammes, R. F. Vogel. – London: Stationery office, 1998. – 87 p.
48. Evans A. C. Studies on Hemolytic streptococci / Evans. // Journal of Bacteriology. – 1999. – №11. – P. 611–624.
49. Christie F. W. The haemolytic streptococci / Christie. – London: Stationery office, 2001. – 107 p.



50. Власенко В. В. Практикум з мікробіології / В. В. Власенко, С. В. Гирич, І. Г. Конопко. – Вінниця: Гіпаніс, 2002. – 136 с.

51. Гудзь С.П. Основи мікробіології / С. П. Гудзь. – Київ: НМК ВО, 1991. – 235 с.