МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТУСА

**ДЕПУТАТ ОЛЕГ**

 Допускається до захисту: завідувач кафедри…....... ,
 , професор
\_\_\_\_\_\_\_\_ Л. М. Петренко
«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Лазерне опромінення, як стимул ростових показників *Вrassica napus* L.**

Спеціальність 091 «Біологія»

**Кваліфікаційна (бакалаврська) робота**

Керівник:
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_,
(назва кафедри)
д-р, професор

# Оцінка:\_\_/\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(бали за шкалою ЄКТС/за національною шкалою)Голов ЕК:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

# (підпис)

# Вінниця – 2022

**АНОТАЦІЯ**

**Депутат О. Лазерне опромінення, як стимул ростових показників *Вrassica napus* L..** Спеціальність, спеціалізація.
Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця, 2022.

Вивчення генетичної ефективності факторів навколишнього середовища – дуже актуальна проблема сучасної науки. До числа таких факторів відноситься лазерне випромінювання. З кожним роком розширюються масштаби застосування лазерів в різних галузях науки і виробництва.

У даній кваліфікаційній (бакалаврській) роботі розкрито ботанічну характеристику та біологічні властивості Brassica napus L. Досліджено вивчення впливу лазерного опромінення на рослини, та особисто на Brassica napus L. Обробка насіння лазерним світлом відкриває великі можливості цілеспрямованого впливу на метаболізм рослин. Вона мобілізує в насінні генетично закладені резерви зростання, які обумовлені багатовіковою адаптацією рослин до сонячного випромінювання, що призводить до посилення росту і розвитку рослин.

Результатами експериментальних досліджень ми ще раз підтвердили, що лазерне опромінення позитивно впливає на тривалість проростання та схожість рослин Brassica napus L. та в подальшому плануємо проводити постійне спостереження і виміри усіх показниквів росту, щоб в нашій країні росли самі витривалі рослини до впливу будь-яких негативно активних факторів.

ЗМІСТ

ВСТУП

# РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Ботанічна характеристика та біологічні особливості *Brassica napus* L.

1.2 Світлодіодні LED лампи. Визначення. Конструктивні особливості. Використання у рослинництві. Опромінення. Фотосинтетично активна радіація

1.2 Історія вивчення впливу лазерного опромінення на *Brassica napus* L.

1.3 Дія лазерного опромінення на рослини

# РОЗДІЛ 2 ОБ’ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Методика опромінення ріпака озимого (Brassica napus L.)

2.2 Визначення схожості насіння

# РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

## 3.1 Вплив лазерного опромінення на тривалість проростання та схожість рослин. Підготовчий етап

## 3.2 Вплив лазерного опромінення на тривалість проростання та схожість рослин. Експеримент 1

## 3.3 Вплив лазерного опромінення на тривалість проростання та схожість рослин. Експеримент 2

3.4 Порівняння результатів

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ПОСИЛАНЬ

# ВСТУП

**Актуальність теми.** Ріпак (*Brassica napus* L., сімейство *Brassicaceae Burnett)* - одна з провідних олійних культур. Олія, що отримується з насіння цієї рослини - одна з найбільш споживаних в світі рослинних олій; за об'ємом виробництва вона займає п'яте місце після пальмової, соєвої та арахісової, її використовують порівняно з соняшниковою. Вирощення ріпаку можливе у всіх зонах з помірним кліматом. Жирно-кислотний склад харчової ріпакової олії подібний оливковій, воно використовується як салатне та кулінарне. Олія ріпаку затребувана як технічна сировина при виробництві полімерів і для отримання біопалива. Ріпак також використовують як кормову і медоносну рослину. У вітчизняному сільськогосподарському виробництві ріпак озимий (*Brassica napus* L.) - одна з провідних культур, яка займає в структурі посівних площ від 15 до 22%, так як агроекологічні умови сприятливі для цієї рослини.

У своїй науковій праці, вітчизняний учений О. І. Зінченко зазначає, що лазерна передпосівна обробка насіння, зокрема і *Brassica napus* L*.,* може сприяти схожості, прискорювати проростання насіння, початкові етапи росту і подальший розвиток рослин та підвищувати стійкість рослин до захворювань, що позитивно впливає на їхню продуктивність. Разом з тим, використання лазерного опромінення має свої недоліки: габарити, значні витрати енергії, низьку потужність променів випромінювання і т.д. При таких умовах, дослідження лазерного опромінення, як стимулу ростових показників *Brassica napus L*. є актуальною задачею на сьогодні.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** У науковій літературі стимулу ростових показників *Brassica napus* L. та зокрема процесам фотоактивації приділяється достатня увага. Серед вчених, хто висвітлював дану проблематику у своїх працях: В. Г. Щербаков, О. І. Зінченко, М. С. Цвєт, В. И. Букатый, В. П. Карманчиков, О. Н. Кулаєва та ін.

**Мета дослідження:** дослідитивплив LED лазерних систем на ростові показники *Brassica napus* L.

Для досягнення даної мети необхідно вирішити наступні **завдання:**

1. проаналізувати літературні джерела стосовно історії вивчення та дії лазерного опромінення на *Brassica napus* L.
2. вивчити конструкцію LED лазерних систем та види їх спектрів випромінювання3)
3. дослідити вплив лазерного опромінення на схожість та енергію проростання *Brassica napus* L.
4. 4)дослідити зміну ростових показників *Brassica napus* L. за дією лазерного опромінення.

**Об’єкт** дослідження: *Brassica napus* L.

**Предмет** дослідження: зміна ростових показників *Brassica napus* L. за дією лазерного опромінення.

# РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Ботанічна характеристика та біологічні особливості *Brassica napus* L.

Рід Капуста – *Brassica* L. налічує понад 150 видів і належить до відділу *Magnoliophyta*, класу *Magnoliopsida*, підкласу *Dilleniidae*, надпорядку *Violanae*, порядку *Capparales*, підпорядку *Capparineae*, сімейству *Brassicaceae*, трибу *Brassiceae* [15, c.29].

У триби *Brassiceae* включені роду *Sinapis* (гірчиця), *Rhaphanus* (редька), *Eruca* (рукола), види яких добре відомі як харчові та лікарські рослини [15, c.31].

Багато дослідників, починаючи з Ч. Дарвіна, вважають, що всі існуючі в даний час культурні форми капусти походять від дикорослих форм капусти городньої (*Brassica oleracea* L.), інші - від розглянутого як самостійний вид капусти лісової (*Brassica sylvestris*), треті пов’язують їх з цілою низкою середземноморських видів. Жодна рослина протягом декількох тисячоліть не дала людині настільки багато матеріалу для відбору, як капуста [14].

Особливий інтерес для генетиків представляє походження ріпаку. У дикому вигляді ця рослина не зустрічається, в культурі про нього було відомо за 4 тисячі років до н.е. Ріпак походе від схрещування капусти польової або суріпиці (*Brassica campestris*) з капустою городньої (*Brassica oleracea*) [17, c.10].

Найбільшою популярністю користується капуста городня, безліч форм і сортів якої обробляють на всіх континентах. З них капуста качанова - основна харчова рослина країн помірних широт. Незаперечні смакові якості таких сортів, як кольрабі, цвітної капусти і її різновиду броколі. Багато місцевих сортів особливо визнаються населенням окремих країн.

Так, однією із найдавніших культурних рослин, вирощуваних в Китаї і Японії, є капуста китайська (*В. chinensis*) і капуста пекінська (*В. pekinensis*) [18, c.34].

Як овочеві рослини серед капустяних широко відомі також різні сорти редьки і редиски (*Raphanus sativus* L.), як гострі приправи - хрін звичайний (*Armoracia rusticana* L.) і гірчиця сарептська (*Brassica juncea* L.).

Велике господарське значення має ряд оброблюваних олійних культур. З них у помірних широтах найбільш врожайна олійна рослина - ріпак, насіння якого містять до 50% олії. Вона має суто технічне застосування - її використовують при загартуванні сталі, після спеціальної обробки воно добре вулканізується, утворюючи каучукоподібну масу (фактис), яку застосовують для пом'якшення твердих каучуків.

Існують два різновиди ріпаку: ярий та озимий. Різких морфологічних відмінностей між обома формами ріпаку немає.

Ріпак - однорічна рослина. Корінь стрижневий, веретеноподібний, потовщенний у верхній частині, розгалужений. Основна частина розгалужених коренів зосереджена на глибині 20-45 см, але до періоду дозрівання насіння може поширюватися і в горизонтальному напрямку.

Товщина кореня до 3 см, ріпак озимий проникає у грунт до 3 см. Стебло прямостояче, округле, розгалужене з 12-25 гілками першого і наступного порядків. Висота стебла 60-190 см, товщина 0,8-3,5 см. Забарвлення стебла зелене, темно-зелене, сизо-зелене, він покритий восковим нальотом.

Листя чергове, черешкове, в нижній частині стебла ліровидно-перістонадрізані з овальною або округлою тупою верхньою часткою, іноді слабохвилястою, утворюють компактну прикореневу розетку; середні листя - подовжено-списоподібні; верхні - подовжено-ланцетні, сидячі, цілокраї з розширеною основою, на 1/3-2/3. Тому ріпак легко відрізнити від інших представників роду Капуста.

Листя синьо-зелені або фіолетові, неопушені або злегка волосисті з восковим нальотом. Розрізняються сильно-облиствлені і слабо-облиствені форми. Квітки зібрані в гроновидні (щитковидні) пухкі суцвіття. Квітка з чотирма жовтими пелюстками і еліптично-яйцевидні чашолистиками, цвітоножкою, шістьма тичинками (у тому числі дві зовнішні коротше внутрішніх) і одним пестиком з голівчатим рильцем. У основі коротких тичинок розташовані два нектарника. Зав'язь верхня, двогніздна, з 20-40 насінин. Плід – вузький прямий або злегка зігнутий стручок, розташований під прямим або тупим кутом по відношенню до стебла, довжиною 6-12 см, шириною 0,4-0,6 см.

Стулки стручка гладкі або слабо-горбкуваті. По довжині стручка проходить плівчаста перегородка, що закінчується в безсім’яному носику. У стручку 25-30 насінин округло-кулястої форми, злегка пористих, сірувато-чорного, чорно-сизого або темно-коричневого забарвлення. Насіння дуже дрібне, діаметр насіння 0,9-2,2 мм, маса 1000 насінин 4-7 г у ріпака озимого. Насіння зберігає схожість 5-6 років [15, 16, 17].

Ріпак озимий (Рис 1.1) - рослина довгого дня, характеризується слабкою зимостійкістю. Може пошкодитися при температурі 8-10° С, тому він найбільш поширений в районах з м'якими зимами. Найбільш сприятлива температура для росту і розвитку ріпаку 18-24° С [16, c.21].

До вологи вимогливий, особливо у період цвітіння і наливу насіння.

Транспіраційний коефіцієнт 700-740. Ріпак погано переносить посуху, особливо в перші фази росту. Кращі  ґрунти - чорноземні, а також суглинні і супіщані. Ріпак не витримує близькості ґрунтових вод.

Озимий ріпак – прекрасна кормова рослина для всіх сільськогосподарських тварин, дає до 300 центнерів зеленої маси з 1 га. При осінньому посіві ріпак - хороший ранньовесняний медонос. Урожай насіння озимого ріпаку 10-30 центнерів для сорту і більше при вирощуванні інтенсивних гібридів.

У хімічному відношенні ріпак звичайний, як і інші представники роду *Brassica* є багаті на різні групи біологічно активних речовин. Крім олії і її компонентів, можна також виділити флавоноїди, азотисті (похідні індолу), сірковмісні сполуки (глюкозинолати) та інші [8, c.204].

1.2 Світлодіодні LED лампи. Визначення. Конструктивні особливості. Використання у рослинництві.

Світлодіодна лампа – це світлотехнічний виріб, який використовується у різних сферах життя та праці людей, побудований з набору світло діодів та схеми живлення для перетворення мережевої енергії на постійний струм низької напруги.

Він являє собою окремий і самостійний пристрій, спроєктовний під різні світлодіодні джерела освітлення.

Малий розмір світло діодів дозволяє разташувати останні у різних місцях, у великій кількості, що позитивно впливає на якість освітлення, хороший контроль у проектуванні світло діодів різних спектрів світла.

Його конструктивні особливості мають відмінності від інших видів джерел світла – його випромінювання більш вузьке, має можливість використання ультрафіолетового спектру ви промінювання, яке негативно впливає на різні комахи, має більш тривалий термін використання ( та вищу ефективність (світлова віддача становить 100 Лм/Вт), ніж у інших лампах. Наприклад, у ламп розжарювання світлова віддача – 12 Лм/Вт. Також лампи можна застосовувати з димерами – регуляторами світла.

У рослинництві використовують промені видимої частини спектра – 400-660нм.

У період вегетативного розвитку більш за все використовують світло діоди синього кольору з довжиною хвилі 400-500нм, а у період цвітіння ≈ 660нм.

Також треба зазначити, що рослинам необхідне чергування темних та світлих «фото»-періодів, від цього виходить, що освітлення потрібно як і вмикатися, так і вимикатися.

Енергетична освітленість – це відношення потоку випромінювання до площі рівномірно опромінюваної поверхні. Одиниця віміровання – Вт/м

Фотосинтетично активна радіація (ФАР) – це випромінювання в діапазоні 380-750нм, яке являється найбільш ефктивним для фотосинтезу рослин.

1.2 Історія вивчення впливу лазерного опромінення на *Brassica napus* L.

Для усестороннього аналізу вивчення впливу лазерного опромінення на *Brassica napus* L., спочатку потрібно дослідити генезис традицій і прийомів виведення сільськогосподарських провідних олійних культур та початок процесу фотоактивації насіння для скорочення періоду вегетації зернових культур. Отже, протягом тисячолітньої історії людства створювалися традиції і прийоми виведення сільськогосподарських сортів, рослин і порід тварин. Методи селекційної роботи і схрещування характеризували отримання стійкості спадкових ознак і можливості їх комбінування в потомстві.

Відомі фізичні методи, які, за даними багатьох авторів [2;3;15;17], можуть за певних умов викликати спадкові зміни того чи іншого виду, сорти сільськогосподарських культур. При цьому із їх широкого спектра, можна вибрати рослини з найкращими господарсько-цінними характеристиками. Ці спадкові зміни з позитивними властивостями можуть ліквідуватися або залишитися в потомстві - все залежить від того, який відсоток хромосомних порушень при цьому спостерігається, а також від життєздатності обробленого насіння [14, c.440].

За ним, почав успішно розвиватися новий напрям у науці - біоенергетика, що відкрив додаткові можливості вивчення утворення сонячної енергії рослинами. Цей напрямок є єдиним процесом і складається з нефотосинтетичної і фотосинтетичної трансформації енергії фотонів в рослинній клітині. Вивчення перетворення сонячної енергії рослинами і шляхів його різноманітного використання в народному господарстві (сільському, лісовому, ряді галузей промисловості і т. д.) має найбільш інтенсивно досліджуватися саме фото-енергетикою рослин, як наукою [2, c.98-99].

Питанням мутагенезу велике значення надавав учений Н.І. Вавилов, який ще в 1932 р. наряду із віддаленою гібридизацією, схрещуванням географічних рас намічав роботи по штучному отриманню мутацій. Він зазначав, що мутаційна селекція дієва і є доповненням до традиційних методів. Створення мутантних сортів базується на великій частоті нових корисних мутацій, мобілізуючих ознаки, недоступні іншим методам [10, c.16].

В останні роки велика увага приділяється вивченню фотоенергетичних ресурсів клітини різних рослин, зокрема і *Brassica napus* L., як однієї із провідних олійних культур на сьогодні.

Також важливе значення набуває фотоактивація насіння для скорочення періоду вегетації зернових культур, ослаблення прояву негативних погодних умов, заглиблення вузла кущіння, посилення росту коренів і зниження захворювання бурою іржею. Для цих цілей використовують численні опромінюючі установки різної потужності і довжини хвилі. Найбільш м'яким мутагенним фактором вважають лазерне випромінювання.

З 1991 року в країнах ЄС проводяться реформи, спрямовані на обмеження використання хімічних засобів і в першу чергу, фунгіцидів при вирощуванні зернових культур. Перспективною альтернативою хімічним методам є розробка і впровадження лазерних технологій, що включають передпосівний обробіток насіння зернових культур, зокрема і *Brassica napus* L. для їх знезараження, стимуляції росту та розвитку при їх обробці на полях і індукції стійкості до ряду хвороб в процесі вегетації [15, c.29].

Якщо повернутися до історіографії питання, то перші дослідження біологічної дії лазерного випромінювання були розпочаті ще в середині шістдесятих років двадцятого століття, відразу після появи перших моделей лазерів. Було показано, що короткочасний вплив лазерного світла помірної інтенсивності здатне істотно підвищити функціональну активність живих клітин. В рослинництві лазери застосовують для передпосівної обробки насіння, зокрема і *Brassica napus* L.

Окрема варто описати активне дослідження даного феномену на початку 2000-х років, у своїй праці В. І. Букатий, детально розглядав лазерну фотоактивацію насіння сільськогосподарських культур Алтаю, де велику увагу приділив саме *Brassica napus* L. [2,c.98].

Дуже інформативною в цьому напряму є робота вітчизняних учених О. І.Зінченко, В. Н. Салатенко та М. А. Білосніжко які висвітлили, біологію і технологію виробництва польових культур — зернових, де окремий параграф приділено безпосередньо *Brassica napus* L..[14]

У 2006 році вивчення впливу лазерного опромінення на *Brassica napus* L. висвітлили у колективній праці «Фізіологія рослин», М. М. Гаркушин, Є. М. Гаркушина, Н. В. Петерсен та М. Мельников. Вони описали, вплив інтенсивності і якості світла на фотосинтез та світло як фактор, що регулює ріст і розвиток рослин, де ріпак озимий з цих позицій детально розглянутий. [7]

Вітчизняний науковець Н. О. Могилянська та зарубіжний вчений С. С.Медведев, у своїх працях, також розглядали важливість ріпака озимого на олійному світовому ринку та перспективи його зміцнення лазерним опроміненням. [8;9]

Також вагомим внеском у тему вивчення впливу лазерного опромінення на *Brassica napus* L останніх років, можна уважати дисертацію «Фізіологічні і біотехнологічні основи підвищення ефективності селекції буряків цукрових (*BETA VULGARIS* L.) та ріпака (*BRASSICA NAPUS* L.)» вітчизняної ученої Кляченко О. Л., яка зазначає, що стратегією сучасної селекції рослин стає управління продукційними процесами, такими як фотосинтез на різних рівнях його організації.[3]

1.3 Дія лазерного опромінення на рослини

Як ми попередньо зазначали, в останні роки яскраво проявився інтерес до вивчення фотоенергетичних ресурсів клітини різних рослин. Великого значення також набула фотоактивація насіння для скорочення періоду вегетації зернових культур, ослаблення прояву негативних погодних умов, заглиблення вузла кущіння, посилення росту коренів і зниження захворювання бурою іржею. Для цих цілей використовуються численні опромінюючі установки різної потужності і довжини хвилі.

Найбільш м'яким мутагенним фактором вважається лазерне випромінювання. Точним підбором властивостей променя вдається керувати процесами, що відбуваються в насінні на атомно-молекулярному рівні [1, c.15-17].

Тут величезну роль грає можливість чіткого дозування і локалізації енергії, що вводиться, точної настройки частоти світла в резонанс з досліджуваною системою. Через селективно-резонансне поглинання при дії невисокого за інтенсивністю лазерного світла в клітині відбувається фотостимуляція процесів, а після інтенсивного опромінення - пошкодження біохімічних процесів, порушення клітинних структур, в тому числі і процесів в клітинному ядрі, що в підсумку призводить до фотомутагенезу.

Обробка насіння лазерним світлом відкриває великі можливості цілеспрямованого впливу на метаболізм рослин. Зростання і накопичення біомаси рослини - результат фотосинтезу, який здійснюється в першу чергу завдяки квантам світла, що поглинається молекулою хлорофілу [10].

Лазерне випромінювання, що характеризується суворою монохроматичністю, поглинається певними компонентами насінної оболонки, ендоспермом і зародком. Вивчення генетичної ефективності факторів навколишнього середовища – дуже актуальна проблема сучасної науки. До числа таких факторів відноситься лазерне випромінювання. З кожним роком розширюються масштаби застосування лазерів в різних галузях науки і виробництва. Робота з рослинами передбачає не тільки отримання відповіді на питання про генетичну дію лазерного випромінювання, але і в разі наявності генетичних ефектів використання його в якості мутагенного чинника в селекції [4].

Експериментальні дані показали [2, c.98], що лазерне випромінювання має мутагенну дію при опроміненні генеративних органів і сухого насіння рослин. Це зумовило формування нового напряму в експериментальному мутагенезі.

Лазерне випромінювання характеризується комплексом параметрів, і тільки при оптимальному їх поєднанні спостерігаються цитогенетичні та генетичні ефекти. Деякими ученими було відмічено, що висока мутагенна ефективність спостерігається при опроміненні насіння лазером більшої потужності, але меншою енергії.

Загалом, при лазерному опроміненні насіння змінюється проникність біологічних мембран клітин, що призводить до стимуляції початкових ростових процесів. В результаті лазерного опромінювання в насінні змінюється рівень окислення ліпідів, *рН* і активність АТФ, що веде до посилення біоенергетичних і біосинтетичних процесів, які призводять до збільшення енергетичного потенціалу насіння [11,c.75]. Крім того, опромінення насіння лазерним випромінюванням з попереднім їх зрошенням невеликими дозами перекису водню призводить до інтенсивного знищення фітопатогенів, тобто до знезараження насіння (екологічно безпечний і ефективний аналог традиційного хімічного протруєння).

Лазерне опромінення мобілізує в насінні генетично закладені резерви зростання, які обумовлені багатовікової адаптацією рослин до сонячного випромінювання, що призводить до посилення росту і розвитку рослин.

# РОЗДІЛ 2 ОБ’ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Методика опромінення ріпака озимого (Brassica napus L.)

На даний час головним фізичним методом посилення ростових показників є використання He-Ne лазерів для передпосівної обробки насіння. Визначено, що опромінення червоним світлом збільшує енергію проростання та схожість насіння. Стимулюючий ефект не обмежується тільки прискореним проростанням насіння, він продовжується далі в рості самих рослин. У таких рослин покращуються морфологічні показники, прискорюється процес бутонізації і квітіння, збільшується кількісний вміст білків, жирів та вуглеводів, що в свою чергу позитивно сказується на збереженні продукту.

 Разом з тим, He-Ne лазерні установки потребляють значну кількість електричної енергії та характеризуються обмеженою мобільністю. Також He-Ne лазери обмеженні вузькими спектральними характеристиками. Для усунення даних недоліків доцільно використовувати світлодіодні лазерні системи. При тій же потужності випромінення потребують значно менших витрат електроенергії , мають значно менший розмір та масу і високу ефективну дію на рослини.

В зв’язку з цим нами досліджувався вплив опромінення LED лазерами на характеристики проростання на насіння ріпака озимого (*Brassica napus* L.)

Експериментальне дослідження проводили протягом 2021 року в лабораторії кафедри ботаніки та екології. В дослідах використовували світлодіодні лазери, які характеризуються когерентним монохроматичним випроміненням : BRP–3010–5, з червоним спектром з довжиною хвилі 635 нм та BBP–3010–5, з синім спектром з довжиною хвилі 405 нм. Потужність опромінення кожного лазеру становить 100 мВт.

Таблиця 2.1.1 – Схема опромінення насіння ріпака озимого (*Brassica napus* L.) LED лазерами

|  |  |
| --- | --- |
| № варіанту | Термін опромінення, сек |
| Червоний лазер | Синій лазер |
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 5 | 0 |
| 3 | 10 | 0 |
| 4 | 0 | 5 |
| 5 | 0 | 10 |
| 6 | 5 | 5 |
| 7 | 10 | 5 |
| 8 | 5 | 10 |
| 9 | 10 | 10 |

2.2 Визначення схожості насіння

Мета аналізування – встановити кількість насінин(у відсотках),здатних утворювати нормально розвинуті проростки за оптимальних умов пророщування.

Аналізування схожості проводять на насінні основної культури, виділеному під час визначення чистоти. Для цього довільно відраховують 400 насінин по 100 або 50 (для крупнонасінних культур) штук у кожному повторі. Насіння рівномірно розміщується на зволоженому субстраті.

Під час аналізування використовують фільтрувальний папір (Ф) та пісок (П). Фільтрувальний папір, як субстрат для ложе використовують за двома варіантами: «на папері»(нФ) та в «папері»(вФ). Для зволоження папір занурюють у воду; виймають і дають стекти надлишку води.

Під час аналізування «на папері» насіння розкладають на одному чи декількох шарах зволоженого паперу, укладеного у ростильні або чашки Петрі, верхні ростильні покривають скляними пластинами або порожніми розстиланнями, чашки Петрі – накривками.

Під час аналізування «в папері» насіння розкладають між двома шарами зволоженого паперу. Папір можна використовувати у вигляді конвертів, рулонів, «гофрів» різного профілю (W, M, тощо), вкладати його горизонтально чи вертикально (насінини розміщують зародками донизу).

Пісок як субстрат для вирощування насіння (просіяний через решето з отворами діаметром 1 мм, промитий, прожарений до обвуглювання шматка паперу вкладеного в нього) використовують за такими варіантами: «на піску» (нП) – насіння втискують у поверхню піску на їхню товщину (діаметр); або «в піску‖ (вП)» розкладене на ложе насіння покривають шаром піску товщиною 1-2 см.

Перед аналізуванням пісок зволожують до 60 % від його повної вологомісткості (для зернових культур до 80 %, рису –100 %). Вологомісткість (В) визначають у металевому циліндрі висотою 30 см, діаметром 8 см, кружок змоченого фільтрувального паперу і зважують (*m*). Циліндр на ¾ наповнюють свіжим, прожареним піском (беруть від середньої проби аналізованого піску ), знову зважують (*m1*) і ставлять у посудину з водою, щоб вона була на рівні. Коли вода замочить поверхню піску, циліндр виймають з посудини, дають стекти зайвій воді, стінки зовні висушують фільтрувальним папером і зважують (*m2*).

Вологомісткість піску обчислюють за формулою:

$Β=m\_{2}-m\_{1}/m\_{1 }-m×100$ (2.2.1)

Після закінчення аналізування пісок промивають, просушують, просівають, прожарюють і зберігають для повторного використання.

Під час аналізування протруєного насіння дотримуються відповідних правил безпеки, а пісок повторно не використовують.

Насіння у підготовлені ростильні розкладають за допомогою лічильника – розкладника або вручну, використовуючи маркер, після чого загортають і загладжують трамбівкою.

Під час аналізування свіжозібраного насіння з незавершеним періодом фізіологічного достигання вживають заходів, щодо подолання стану спокою, а саме: попереднє охолодження , прогрівання, промивання, обробку можна проводити хімічними речовинами .

Під час першого обліковування окремо оцінюють і враховують нормально пророслі насінини, а також насінини з вираженими ознаками аномалій та зігнилі. Дві останні групи видаляють, а нормально пророслі – у разі потреби.

До нормальних проростків відносять такі, у яких найбільш важливі структури (корінці, підсім’ядольне та надсімядольне коліна, брунечка, сім’ядолі, колеоптиль) добре і пропорційно розвинуті, цілі, здорові, а також з незначними дефектами тих структур, що не впливають на нормальний розвиток проростка. До них відносять й нормально розвинуті проростки з ознаками поверхневої інфекції, набутої від сусідніх хворих насінин. У культур, насіння яких проростає кількома зародковими корінцями (зернові колосові культури) до нормально пророслих зернівок відносять ті, що мають не менше двох нормально розвинутих корінців, більших за довжину зерна й росток розміром, не меншим половини його довжини. У насінні ячменю і вівса довжину ростка (кільчика) визначають за тією його частиною, що вийшла за межі квіткових лусок.

У насінні гороху, кукурудзи, проса та інших культур, які проростають одним корінцем, до нормально пророслих відносять зернівки, що мають розвинутий головний зародковий корінець, розміром не меншим, ніж довжина (діаметр) зерна й сформований росток не менший половини довжини (діаметра) насінини. У нормально пророслих насінин соняшнику сім’ядолі повинні легко звільнятися від плодової й насіннєвої оболонок.

До аномальних проростків відносять такі, які неспроможні розвинутись у повноцінні рослини навіть за сприятливих умов.

До них відносять:

- проростки, у яких відсутня або сильно пошкоджена будь-яка структура, що робить неможливим подальший пропорційний їх розвиток;

- слаборозвинені проростки внаслідок фізіологічних порушень, а також проростки з деформованими структурами;

- зігнилі проростки.

Тверде насіння - насіння, яке не бубнявіє внаслідок вологонепроникності шкірки. Здорове непроросле насіння - насіння, яке внаслідок глибокого фізіологічного спокою залишається непророслим і не має ознак загнивання. Отримані під час аналізування схожості результати виражають у відсотках за кожною з виявлених категорій (нормальні й аномальні проростки, проросле і непроросле насіння, зокрема тверде, мертве, зігниле). Достовірність аналізування встановлюють порівнюючи крайні значення повторів з середньоарифметичним. Результат вважають достовірним, якщо різниця між ними і середньоарифметичним значенням, яке обчислюють до цілого числа, не перевищує гранично допустимих відхилів. Якщо результати одного з повторів мають відхили більші, ніж допустимі, то схожість обчислюють за трьома повторами. Енергію проростання у цьому випадку визначають за тими самими трьома повторами. У випадку, коли результати двох повторів з чотирьох виходять за межі допустимих відхилів, схожість визначають повторно. Якщо ж результати і другого аналізування перевищують допустимі відхили, то середнє значення обчислюють за обома аналізуваннями.

# РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

## 3.1 Вплив лазерного опромінення на тривалість проростання та схожість рослин. Огляд підготовчого етапу

Визначення енергії проростання та схожості насіння проводили згідно із ДСТУ 41382002 (насіння сільськогосподарських культур – оцінка якості). Перевірка результатів дослідження вказує на достовірність дослідження, оскільки фактична розбіжність не перевищує 6 %.

Експеримент проводився у двох варіантах та у двох експериментах: у чашках Петрі на зволоженому бинті та на зволоженому фільтрувальному папері

Пророщування проводили у чашках Петрі на зволоженому бинті за температури (20)±1°С. В одній чашці Петрі було 10 рослин, по 3 та 2 чашки кожного варіанту. Після цього на п’ятий день пророщене насіння було перенесене у ґрунт з показником рН на рівні 5.5-6.5 та показниками вмісту Азоту (N): 100–200 мг/л, Фосфору Р2О5: 140–260 мг/л, Калію K2O: 120–200 мг/л, при вологості 70-75 % та природньому освітленні. Кожного дня знімали показники проростання та росту.

**3.2 Вплив лазерного опромінення на тривалість проростання та схожість рослин. Результати. Експеримент 1**

Під час експериментальних досліджень був виявлений суттєвий вплив лазерного опромінення на початкові етапи розвитку рослин. Разом з тим опромінення значно покращило схожість насіння, хоча ефект залежав від тривалості та спектрального складу опромінення.

Таблиця 3.2.1 – Результати досліджень у серіях

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Варіант | Серія 1 | Серія 2 | Серія 3 |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |
| 6 |  |  |  |
| 7 |  |  |  |
| 8 |  |  |  |
| 9 |  |  |  |

Найбільшим ефектом на процеси проростання мало комплексне опромінення 10 секунд червоним, та 5 секунд синім лазером у варіанті 7. За цих умов сходи з’явились у 1 день після пересадки у ґрунт , що на день швидше ніж контрольний варіант, насіння якого не піддавалось опроміненню. Схожість насіння за цих умов збільшилась на 48% в порівняні з контрольним показником.

Значний позитивний вплив спостерігався за опроміненням 5 секунд червоним та 5 секунд синім лазером (варіант 6). За таких умов сходи з’явились на шостий після замочування у воді, як і у варіанті 7, проте схожість насіння перевищувала контрольний показник на 45.6 %.

Дещо менший ефект чинило випромінювання у варіантах 3, 4, 8 та 9 з тривалістю випромінення 10 секунд червоного, 0 секунд синього; 0 секунд червоного, 5 секунд синього; 5 секунд червоного, 10 секунд синього; 10 секунд червоного, 10 секунд синього відповідно. У цих чотирьох варіантах сходи з’явились на сьомий день, як і у контрольного варіанта, а схожість насіння збільшилась на 42 %.

Найменший ефект опромінення викликали варіанти 2 та 5 з тривалістю випромінення: 5 секунд червоного, 0 секунд синього; 0 секунд червоного, 10 секунд синього лазера відповідно. За цих умов поява сходів не відрізняється за контрольний варіант, а схожість насіння збільшилась на 39 %.

Таблиця 3.2.2 – Вплив опромінення насіння на показники ріпаку

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варіанту | Тривалість проростання, дні | Схожість з 30 шт. | Схожість, % |
| 1 | 7 | 18 |  |
| 7 | 6 | 24 | 48 |
| 6 | 6 | 22 | 45,6 |
| 3 | 7 | 21 | 42 |
| 4 | 7 | 21 | 42 |
| 8 | 7 | 21 | 42 |
| 9 | 7 | 21 | 42 |
| 2 | 7 | 20 | 39 |
| 5 | 7 | 20 | 39 |

**3.3 Вплив лазерного опромінення на тривалість проростання та схожість рослин. Експеримент 2**

Під час експериментальних досліджень був виявлений суттєвий вплив лазерного опромінення на початкові етапи розвитку рослин. Разом з тим опромінення значно покращило схожість насіння, хоча ефект залежав від тривалості та спектрального складу опромінення.

Таблиця 3.3.1 – Результати досліджень у серіях

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Варіант | Серія 1 | Серія 2 | Серія 3 |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |
| 6 |  |  |  |
| 7 |  |  |  |
| 8 |  |  |  |
| 9 |  |  |  |

Найбільшим ефектом на процеси проростання мало комплексне опромінення 10 секунд червоним, та 5 секунд синім лазером (варіант 7). Схожість насіння за цих умов збільшилась на 67.55% в порівняні з контрольним показником.

Значний позитивний вплив спостерігався за опроміненням 5 секунд червоним та 10 секунд синім лазером (варіант 8), як і у варіанті 7, проте схожість насіння перевищувала контрольний показник на 66.5 %.

Дещо менший ефект чинило випромінювання у варіанті 9 з тривалістю випромінення 10 секунд червоного, 10 секунд синього. У цьому випадку схожість насіння збільшилась на 65.1 %.

Подібні результати отримані у варіанті 6 з тривалістю випромінення 5 секунд червоного та 5 секунд синього і схожістю 64.05%.
У варіанті 3 з тривалістю випромінення 10 секунд червоного та 0 секунд синього схожість дорівнює 63%.

Найменший ефект опромінення викликали варіанти 2 та 5 з тривалістю випромінення: 5 секунд червоного, 0 секунд синього; 0 секунд червоного, 10 секунд синього лазера відповідно. За цих умов схожість насіння збільшилась на 59,5 %.

Найменший ефект варіант 4

Таблиця 3.3.2 – Вплив опромінення насіння на показники ріпаку

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варіанту | Схожість з 20 шт. на 5 день обліковування | Схожість з 20 шт. на 7 день обліковування | Схожість, % |
| 1 | 11,3 | 14 |  |
| 7 | 16 | 19,3 | 67,55 |
| 8 | 16,3 | 19 | 66,5 |
| 9 | 16,7 | 18,6 | 65,1 |
| 6 | 15,7 | 18,3 | 64,05 |
| 3 | 16 | 18 | 63 |
| 2 | 13,3 | 17 | 39 |
| 5 | 14 | 17 | 39 |
| 4 | 13,3 | 16,3 |  |

# 3.4 Порівняння результатів

# Виходячи з данними, які були вказані у експериментах вище, можна зазначити, що:

# Найкращі результати мали варіанти:

У першому експерименті:

# 7 - 10 секунд червоного та 5 секунд синього (48%)

У другому:

# 7 - 10 секунд червоного та 5 секунд синього (67,55%).

Значний ефект мали варіанти з такою експозицією:

Перший експеримент:

Варіант 6 – 5 секунд червоним, 5 секунд синім (45,7%)

Другий експеримент:

Варіант 8 – 5 секунд червоним, 10 секунд синім (66,5%)

Менш якісний результат дали варіанти :

У першому експерименті:

3 - 10 секунд червоного, 0 секунд синього

4 - 0 секунд червоного, 5 секунд синього

8 - 5 секунд червоного, 10 секунд синього

9 - 10 секунд червоного, 10 секунд синього

Схожість насіння збільшилась на 42 % на відміну від контрольного варіанту.

У другому експерименті:

9 - 10 секунд червоного, 10 секунд синього (65.1 %)

6 - 5 секунд червоного та 5 секунд синього і схожістю (64.05%)

3 - 10 секунд червоного та 0 секунд синього, схожість дорівнює (63%)

Найменший ефект опромінення у першому експерименті мали варіанти :

2 - 5 секунд червоного, 0 секунд синього

5 - 0 секунд червоного, 10 секунд синього

За цих умов схожість насіння збільшилась на 59,5 %.

У другому експерименті:

2 - 5 секунд червоного, 0 секунд синього

5 - 0 секунд червоного, 10 секунд синього

За цих умов поява сходів не відрізняється за контрольний варіант, а схожість насіння збільшилась на 39 %.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Варіант | Експозиція світлових спектрів, секунди | Експеримент 1, % | Експеримент 2, % | Різниця, % |
| 1 | 0 червоного0 синього |  |  |  |
| 2 | 5 червоного0 синього | 59,5 | 39 | 52,56 |
| 3 | 10 червоного0 синього | 42 | 63 | 50 |
| 4 | 0 червоного5 синього | 42 |  |  |
| 5 | 0 червоного10 синього | 59,5 | 39 | 52,56 |
| 6 | 5 червоного5 синього | 45,7 | 64,05 | 40,15 |
| 7 | 10 червоного5 синього | 48 | 67,55 | 40,72 |
| 8 | 5 червоного10 синього | 42 | 66,5 | 58,33 |
| 9 | 10 червоного10 синього | 42 | 65,1 | 55,00 |

# Таблиця 3.3.1 – Порівняння результатів двох експериментівВИСНОВКИ

У курсовій роботі ми всесторонньо та ґрунтовно дослідили лазерне опромінення, як стимул ростових показників *Brassica napus* L. Досліджено, що на сьогодні, підвищення врожайності сільськогосподарських культур і отримання екологічно чистих продуктів стає пріоритетним завданням у всьому світі. У зв'язку з цим приділяється велика увага розробці методів впливу на сільськогосподарські культури різними фізичними чинниками, що мають позитивний вплив на життєдіяльність рослин. Отже можемо зробити наступні висновки:

1. Огляд літературних даних свідчить про актуальність більш поглибленого вивчення ріпаку звичайного (*Brassica napus* L.), оскільки ця рослина багата різними групами біологічно активних речовин антиоксидантної та протипухлинної дії. З огляду на великі обсяги виробництва ріпаку звичайного для отримання масла і комбікормів, сировинна база для використання його в медицинській і фармацевтичній галузі є в необхідному обсязі.

2. Із аналізу наукової літератури, визначено, що сучасним перспективним методом, є метод лазерної фотоактивації, який в порівнянні з іншими фізичними та хімічними способами передпосівної підготовки насіння має переваги.

3. Лазерне випромінювання – це електромагнітне випромінювання

4.Результати експериментальних досліджень підтвердили, що лазерне опромінення позитивно впливає на тривалість проростання та схожість рослин *Brassica napus* L. завдяки тому, що проросток менше піддається впливу патогенної флори землі та інших шкідників.

Дослідження впливу лазерного LED опромінення на ростові показники досліджуваної рослини триває. За даними рослинами відбувається постійне спостереження, фіксують всі показники росту. Надалі будуть проведені виміри довжини пагонів, коренів та площі листових пластин.

#

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Будаговский А. В. Лазерные агротехнологии. Социальные и экологические аспекты внедрения лазерных агротехнологий // Промышленное садоводство. Мичуринск. 2015. № 3. С. 15−17.
2. Букатый, В. И. Лазерная фотоактивация семян сельськохозяйственных культур Алтая / В. И. Букатый, В. П. Карманчиков // Вестник алтайской науки. 2000. № 1. С. 98-99.
3. Кляченко О. Л. Фізіологічні і біотехнологічні основи підвищення ефективності селекції буряків цукрових (Beta vulgaris L.) та ріпака (Brassica napus L.).: дис.. ... доктор. сільськогосп. наук. К., 201. 195 с.
4. Ковш И. Б, Будаговский А. В. Лазерные технологии в сельском хозяйстве : Тематический сборник. М. : Техносфера, 2018. С. 272.
5. Кулаєва, О. Н. Як світло регулює життя рослин / О. Н. Кулаєва // Соросовський освітній журнал, том 7. 2001. № 4 С. 6-12.
6. Лисовская З. И., Володин В. Г. и др. Характер и особенности генетической изменчивости, индуцированной лазерным излучением // Тезисы докладов. Львов : Вольная Украина, 1984. 177 с.
7. Макрушин М. М., Макрушина Є. М., Петерсон Н. В., Мельников М. М. Фізіологія рослин. /За редакцією професора М. М. Макрушина. Підручник. Вінниця: Нова Книга, 2006. 416 с. ISBN 966–382–036–5
8. Медведев, С. С. Физиология растений: учебник / С. С. Медведев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 512 с.
9. Могилянська, Н. О. Сучасний стан і перспективи переробки олійних культур / Н. О. Могилянська // Зернові продукти і комбікорм. 2014. № 1 (53) С. 22-25.
10. Москвин С. В., Хадарцев А. А. Лазерный свет можно ли им навредить? // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». 2016. № 3. С. 16.
11. Приседський, Ю. Г. Пакет програм для проведення статистичної обробки результатів біологічних експериментів. Навчальний посібник / Ю. Г. Приседський. Донецьк: ДонНУ, 2005. 75 с.
12. Приседський, Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів / Ю. Г. Приседський. Донецьк: Кассіопея, 1999. 210 с.
13. Приседський, Ю. Г. Фотосинтез. Методичний посібник з виконання лабораторних робіт та самостійної роботи / Ю. Г. Приседський. Вінниця: ДонНУ, 2016. 68 с.
14. Рослинництво: Підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко; За ред. О. І. Зінченка. К.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.: іл. ISBN 966-95661-6-9
15. Рудник-Іващенко, О. І., Шовгун, О. О., Іваницька, А. П., Щербиніна, Н. П., Ляшенко, С. О., Чухліб, С. Л., & Бадяка, О. О. (2014). Біохімічні властивості нових сортів ріпаку. Plant Var. Stud. Prot.,, 4, 29–33. doi: 10.21498 / 2518-1017.4 (25) .2014.55605
16. Ситнік І. Д., Кляченко О. Л. Методи визначення морозостійкості сортів озимого ріпаку // Аграрна наука і освіта. 2008. Т. 9. № 5–6. С. 21–28.
17. Ситнік І. Д., Кляченко О. Л. Скринінг вихідного матеріалу ріпаку на стійкість до абіотичних факторів навколишнього середовища // Біоресурси і природокористування. 2010. Т. 2. № 1–2. С. 10–21.
18. Щербаков, В. Г. Биохимия и товароведение масличного сырья / В. Г. Щербаков М.: Агропромиздат, 1991. 304 с.
19. Приседський, Ю. Г., & Гутянська, С. С. (2017). Вплив лазерного

опромінення насіння на ростові процеси та вміст пігментів у проростках олійних культур. Наукові доповіді НУБіП України

1. Скварко К. О. Лазерна фотоактивація насіння. Перспективи, рекомендації. Львів: Вид-воЛьвів. ун-ту, 1994. 52 с
2. Бахтыяров Р. С. Рекомендации по предпосевной лазерной обработке семян овощных культур / Р. С. Бахтияров, Н. М. Числова- М.: Государственный Агропромышленный комитет СССР, 1988.- 18 с.
3. Вельский А.И. Применение лазерного излучения в растениеводстве / А.И. Вельский // Сборник трудов: Сумской государственный аграрный университет. – Сумы, 1996. – С. 67−68.
4. Вельский, А.И. Влияние светолазерной обработки семян с.-х. культур на устойчивость растений к болезням / А.И.Бельский //Борьба с сорняками, вредителями и болезнями в интенсивном земледелии. Горки, 1987. - С. 67-73.
5. Ермолаева Е. Я. Влияние света различного спектрального состава на некоторые физиологические процессы растений // Эксперим. ботаника. М.: Изд-во АН СССР, 1953. С. 100 -117.
6. Инюшин В. М. Луч лазера и урожайность. Алма-Ата: Кайнар, 1981-183 с.
7. Кабашникова Л. Ф. Исследование эффекта лазерного облучения семян на развитие и продуктивность некоторых сельскохозяйственных культур / Л. Ф. Кабашникова // Лазерные технологии в сельском хозяйстве- М.: Техносфера, 2008.- С. 62-78.
8. Китлаев Б. Н. Теоретические и прикладные аспекты фотоэлектрических воздейст­вий на семена и растения // Механизация и электроф. сельхоз. растений. 1982. № 4. С. 21-26.
9. Юлдашев О.Х. и др. Влияние излучения лазера на выживаемость растений, морфологические особенности и ультраструктурную организацию клеток семян. С.-х. Биология, т 12., № 2,1977. - С. 222-226
10. Якобенчук В.Ф. Эффективность светолазерного облучения семян / В.Ф. Якобенчук // Вестник с.- х. науки.- 1989.-С.- 123-128.
11. Bertolotti M. The history of the laser / M. Bertolotti // Institute of Physics Publishing Bristol and Philadelphia, PA 19106,- USA, 2005.- 315 p.
12. Fine S., Klein E. Biological effects of laser radiation // Bk)l. Med. Physics. 1965. Vol. 10. P. 149-159.
13. Hernandez Aguilar C. Laser irradiation aeffects on maize seed vegour / [Hernandez Aguilar C., Carballo C.A., Artola A.] abstracts 27 th ISTA Congress Seed Symposium Budapest Hungary May 17-19 th, 2004.- P. 853-855.
14. Кефели В.И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны. М.: Наука, 1984. 200 c.
15. Кефели В.И. Рост растений и фотоморфогенез // Физиология растений.1987. Т. 34. Вып. 4. С. 585-697.
16. Доброчаева Д.Н., Котов М.И., Прокудин Ю.Н., и др. Определитель высших растений Украины. — Киев : Наукова думка, 1987. — С. 311.
17. Приседський, Ю. Г., & Клочанюк В. В. (2020). Вплив лазерного опромінення на проростання насіння календи лікарської (Calendula officinalis L.) – Вінниця: ДонНУ
18. Drobakhin, O. O. Influence of ultrawideband microwave radiation on seeds of rape / O. O. Drobakhin, Yu. V. Likholat, V. D. Ryabchiy et al. // 4th International Conference on Ultrawideband and Ultrashort Impulse Signals: Materials of the conference. – Sevastopol, 2008. – P. 259–260.
19. Lykholat, Yu. V. features use of mm-waves for different stages of the production of rapeseed for biofuels / Yu. V. Lykholat, A. N. Vinnichenko, O. O. Drobakhin et al. // 17th international Crimean conference microwave equipment and telecommunication technologies: Materials of the conference. – Sevastopol, 2007. – P. 805–806.
20. Ван дер Вин Ф., Мейер Г. Свет и рост растений. — М.: Наука, 1962. — 178 с.
21. Брилль Г. Е. Молекулярно-клеточные основы терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения. Саратов, 2000.
22. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 63 с.
23. Максимов Н. А. Краткий курс физиологии растений. — М.: Высш. шк., 1958. — 278 с.
24. Воскресенская Н. П. Принципы фоторегулирования метаболизма растений и регуляторное действие красного и синего света на фотосинтез. Фоторегуляция метаболизма и морфогенеза растений. Москва, 1975. С. 16–36.
25. Китлаев Б.Н.Теоритические и прикладные аспекты фотоэлектрических воздествий на семена и растения // Механизация и электроф. сельхоз . растений.1982. №4.
26. Soliman A. Sh., Harith M.A. Effects of Laser Biostimulation on Germination of Acacia farnesiana( L.) Willg. Proc. XIII th IC on MAP. Acta Hort.2010,854 ISHS.
27. Chen H. and Han R. He-Ne laser treatment improves the photosynthetic efficiency of wheat exposed to enhanced UV-B radiatio.

**ВІДГУК**

На кваліфікаційну (бакалаврську) роботу Депутата Олега з теми:
«Лазерне опромінення, як стимул ростових показників *Вrassica napus* L.»

Оцінка якості виконання кожного розділу та кваліфікаційної (бакалаврської) роботи в цілому
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Оцінка праці здобувача та результатів кваліфікаційної (бакалаврської) роботи
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Висновок про наявність плагіату\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Висновок щодо можливості допуку кваліфікаційної (бакалаврської) роботи до захисту
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Кваліфікаційна (бакалаврська) робота Депутата Олега «Лазерне опромінення, як стимул ростових показників *Вrassica napus* L.» відповідає/ не відповідає вимогам, які висуваються до кваліфікаційних (бакалаврських) робіт, і може бути рекомендована/ не рекомендована до захисту.

Керівник: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ініціали, ПРІЗВИЩЕ

Декларація щодо унікальності текстів роботи
та невикористання матеріалів інших авторів без посилань

Прізвище, ім’я, по батькові

Факультет

Шифр і назва спеціальності

Освітня програма

**Декларація**

Усвідомлюючи свою відповідальність за надання неправдивої інформації, стверджую, що подана кваліфікаційна (бакалаврська) робота на тему: «Лазерне опромінення, як стимул ростових показників *Вrassica napus* L.» є написана мною особисто

Одночасно заявляю, що ця робота:

* не передавалась іншим особам і подається до захисту вперше;
* не порушує авторських та суміжних прав, закріплених статтями 21-25 Закону України «Про авторське право та суміжні права»;
* не отримувались іншими особами, а також дані та інформація не отримувались у недозволений спосіб.

Я усвідомлюю, що разі порушення цього порядку моя кваліфікаційна (бакалаврська) робота буде відхилена без права її захисту, або під час захисту за неї буде поставлена оцінка «незадовільно».

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_
 Дата підпис здобувача

Додай проміжний етап експерименту з серіями, з якого брав відсотки та внеси у таблицю. Також для більшої інформативності необхідна формула. З неба відсотки не брав, то дай інфу про те, з чого їх зробив

Перечитай теоретичну частину, про лед випромінювання більше інформації не знайшов

Треба розказати, чому саме червоний та синій спектри були використані у експерименті

У другому експерименті нема даних щодо четвертого варіанта, з пальця я їх не візьму