**-МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра генетики та рослинних ресурсів**

|  |
| --- |
| **Кваліфікаційна робота** |
| **магістра** |

на тему*: ВПЛИВ УМОВ РОКУ НА ПРОЯВ ДЕЯКИХ КІЛЬКІСНИХ ОЗНАК ІНДУКОВАНИХ ХІМІЧНИМ МУТАГЕНОМ МУТАНТІВ СОНЯШНИКА*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виконала: | | студентка | | 2 | курсу, групи | 8.0912-г |
| спеціальності | | | 091 «Біологія» | | | |
| oсвітньо-професійної програми «Генетика» | | | | | | |
| Шевченко А.В.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | | | |
|  | | | | | | |
| Керівник | проф., д.б.н. Лях В.О. | | | | | |
|  |  | | | | | |
| Рецензент | к.б.н., \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_доцент Бойка О.А. | | | | | |

Запоріжжя

2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Біологічний факультет | | | | |
| Кафедра генетики та рослинних ресурсів | | | | |
| Рівень вищої освіти магістерський | | | | |
| Спеціальність 091 «Біологія» | | | | |
| Освітньо-професійна програма «Генетика» | | | | |
| **ЗАТВЕРДЖУЮ** | | | | |
| Завідувач кафедри генетики та рослинних ресурсів, д-р. біол. наук, проф. | | | | |
| В.О.Лях | | | | |
| «\_\_\_\_» |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_\_\_\_року | |

|  |
| --- |
| **ЗАВДАННЯ**  НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ |
| Шевченко Анна Владиславівна |
| (прізвище, ім’я, по-батькові) |

1. Тема роботи: Вплив умов року на прояв деяких кількісних ознак індукованих хімічним мутагеном мутантів соняшника. Influence of year conditions on the manifestation of some quantitative traits of sunflower mutants induced by a chemical mutagen.

керівник роботи проф., д.б.н. Лях. В.О.

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

затверджена наказом ЗНУ від «01.05.2023 р.» № 644-с

2. Строк подання студентом роботи «10» грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: лінію соняшника ЗЛ 809 та три її морфологічні мутанти, індуковані хімічним мутагеном етилметансульфонат – ЗЛ 809 (низький габітус), ЗЛ 809 (хлорофільна недостатність типу viridis) та ЗЛ 809 (зменшена кількість язичкових квіток на кошику).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань які потрібно зробити) : проаналізувати прояв таких кількісних ознак як висота рослини, кількість листків на рослині та розмір листової пластинки. Рівень експресії вказаних ознак є важливою характеристикою ліній, оскільки ці ознаки тісно повязані з рівнем продуктивності рослини. Порівняти показники між роками використовуючи t-критерій Стьюдента.

5. Перелік графічного матеріалу : 5 рисунків (1.1, 1.2, 1.4, 2.2, 2.3.1) та 4 формули (2.3.1, 2.3.2, 2.3.3, 2.3.4), 4 таблиці (3.3, 3.4, 3.5, 3.6)

6. Консультанти розділів роботи

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Розділ | КОНСУЛЬТАНТ | Підпис, дата | |
| завдання  видав | завдання прийняв |
| 4 | Бойка О.А., к.б.н., доц. |  |  |

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітки |
| 1 | Аналіз наукової літератури та відповідних методик. | вересень —  грудень 2022 | Виконано |
| 2 | Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини.  Закладка польових дослідів. | лютий —  квітень 2023 | Виконано |
| 3. | Вивчення впливу умов року на прояв господарських ознак на лінії соняшника ЗЛ 809 та три її морфологічні мутанти | травень —  червень 2023 | Виконано |
| 4. | Аналізували прояв таких кількісних ознак як висота рослини,кількість листків на рослині та розмір листової пластинки | червень 2023 | Виконано |
| 5 | Оформлення результатів експерименту (таблиці, рисунки). Написання відповідного розділу роботи | червень— вересень 2023 | Виконано | |
| 6 | Формулювання висновків | вересень 2023 | Виконано | |
| 7 | Статистична обробка експериментальних даних. Написання відповідного розділу роботи | жовтень —  листопад 2023 | Виконано | |
| 8. | Оформлення кваліфікаційної роботи.  Передзахист роботи | листопад —  грудень 2023 | Виконано | |
| 9 | Рецензування кваліфікаційної роботи | грудень 2023 | Виконано | |
| 10 | Захист кваліфікаційної роботи | грудень 2023 | Виконано | |

Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Шевченко А.В.(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи Лях В.О.\_\_\_ (підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер Гороховський Є. Ю. (підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота виконана на 56 сторінкахі друкованого тексту, містить

4 формули та 5 рисунків. Під час написання роботи було використано 51 літературне джерело, 10 з них іноземною мовою.

Об’єктом дослідження був лінію соняшника ЗЛ 809 та три її морфологічні мутанти, індуковані хімічним мутагеном етилметансульфонат — ЗЛ 809 (низький габітус), ЗЛ 809 (хлорофільна недостатність типу viridis) та ЗЛ 809 (зменшена кількість язичкових квіток на кошику).

Соняшник (Helianthus annuus) є важливою сільськогосподарською культурою, яка займає значне місце в світовому виробництві олії та їжі. Ця рослина володіє значним генетичним потенціалом, який може бути використаний для поліпшення врожайності та адаптації до змін кліматичних умов.

Хімічні мутагени можуть служити інструментом для індукції мутацій у генетичному матеріалі соняшника, щоб створити нові варіанти з покращеними характеристиками. Однак вплив умов року на прояв цих мутацій залишається недостатньо вивченим аспектом.

Мета цього дослідження полягає в глибокому вивченні впливу умов року на деякі кількісні ознаки, що проявляються в мутантах соняшника, індукованих хімічним мутагеном. З’ясування цього впливу стане кроком у напрямку розуміння адаптивних властивостей генетично модифікованих рослин та допоможе оптимізувати умови їх вирощування для досягнення максимальної продуктивності.

Методи дослідження — для досягнення цієї мети, буде використано систематичний підхід. Спочатку проведемо обробку насіння соняшника хімічним мутагеном для індукції мутацій. Після цього висадимо отримані мутанти в різні періоди року та в різних кліматичних умовах.

Для вимірювання кількісних ознак буде використано передові методи аналізу рослинного фенотипу, включаючи вимірювання висоти рослин, розміру листків, кількості квіток та інших характеристик. Дослідження буде проведено протягом тривалого періоду для отримання повного обсягу даних.

Ця дипломна робота спрямована на визначення, як умови року, такі як температура, освітленість та вологість, можуть впливати на такі кількісні характеристики соняшника, як висота рослин, розмір квітів, кількість та маса насіння. Послідовне розглядання цих аспектів дозволить здобути глибше розуміння взаємозв’язку між генетичними змінами, індукованими хімічним мутагеном, та внутрішньо — та зовнішньофакторними умовами, які можуть впливати на їхню експресію.

ЛІНІЯ СОНЯШНИКА ЗЛ 809, МОРФОЛОГІЧНІ МУТАНТИ, ХІМІЧНИЙ МУТАГЕН ЕТИЛМЕТАНСУЛЬФОНАТ, ЗЛ 809 НИЗЬКИЙ ГАБІТУС, ХЛОРОФІЛЬНА НЕДОСТАТНІСТЬ ТИПУ VIRIDIS, ЗЛ 809 ЗМЕНШЕНА КІЛЬКІСТЬ ЯЗИЧКОВИХ КВІТОК НА КОШИКУ.

ABSTRACT

The thesis is completed on 56 pages of printed text, contains 4 formulas and 5 figures. During the writing of the work, 51 literary sources were used, 10 of them in a foreign language.

The object of the study was the sunflower line ZL 809 and its three morphological mutants induced by the chemical mutagen ethyl methanesulfonate — ZL 809 (low habit), ZL 809 (chlorophyll deficiency of the viridis type) and ZL 809 (reduced number of reed flowers on the basket).

Sunflower (Helianthus annuus) is an important agricultural crop that occupies a significant place in the world production of oil and food. This plant has significant genetic potential that can be used to improve yields and adapt to changes in climate conditions.

Chemical mutagens can serve as a tool to induce mutations in sunflower genetic material to create new variants with improved characteristics. However, the influence of year conditions on the manifestation of these mutations remains an understudied aspect.

The purpose of this study is to study in depth the influence of year conditions on some quantitative traits manifested in sunflower mutants induced by a chemical mutagen. Elucidating this effect will be a step towards understanding the adaptive properties of genetically modified plants and will help to optimize their growing conditions to achieve maximum productivity.

Research methods — to achieve this goal, a systematic approach will be used. First, we will treat sunflower seeds with a chemical mutagen to induce mutations. After that, we will plant the obtained mutants in different periods of the year and in different climatic conditions.

Advanced methods of plant phenotype analysis will be used to measure quantitative traits, including measurements of plant height, leaf size, number of flowers and other characteristics. The study will be conducted over a long period to obtain the full amount of data.

This thesis aims to determine how annual conditions such as temperature, light and humidity can affect such quantitative characteristics of sunflower as plant height, flower size, number and weight of seeds. Consistent consideration of these aspects will allow gaining a deeper understanding of the relationship between genetic changes induced by a chemical mutagen and internal and external factors that may affect their expression.

SUNFLOWER LINE ZL 809, MORPHOLOGICAL MUTANTS, CHEMICAL MUTAGEN ETHYL METHANESULFONATE, ZL 809 LOW HABITUS, VIRIDIS — TYPE CHLOROPHYL DEFICIENCY, ZL 809 REDUCED NUMBER OF LUGE FLOWERS PER BASKET.

ЗМІСТ

[ВСТУП 10](#_Toc153406633)

[1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛIТЕРАТУРИ 12](#_Toc153406634)

[1.1 Систематичне положення Heliаnthus аnnuus 12](#_Toc153406635)

[1.2 Ботанічний опис рослини Heliаnthus аnnuus 13](#_Toc153406636)

[1.3 Поширення рослини Heliаnthus аnnuus 14](#_Toc153406637)

[1.4 Хімічний склад рослини Heliаnthus аnnuus 15](#_Toc153406638)

[1.5 Значання і застосування рослини Heliаnthus аnnuus 18](#_Toc153406639)

[1.6 Мутації рослини Heliаnthus аnnuus 19](#_Toc153406640)

[1.7 Основні аспекти генетики рослини Heliаnthus аnnuus 21](#_Toc153406641)

[1.8 Вплив зовнішніх чинників на ріст і розвиток 22](#_Toc153406642)

[2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ 24](#_Toc153406643)

[2.1 Матеріали дослідженя 24](#_Toc153406644)

[2.2 Спостереження та обліки 25](#_Toc153406645)

[2.3 Статистична обробка данних 28](#_Toc153406646)

[3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА 31](#_Toc153406647)

[3.1 Проведення експерименту з мутантами соняшника 31](#_Toc153406648)

[3.2 Група екпериметальних зразків 32](#_Toc153406649)

[3.3 Вплив умов року на висоту у вихідній лінії та її мутатних генотипів 33](#_Toc153406650)

[3.4 Кількість листків на у вихідної лінії та її мутантних генотипів 37](#_Toc153406651)

[3.5 Вплив умов року на довжину листкової пластинки 40](#_Toc153406652)

[3.6 Вплив умов року на ширину листкової пластинки 42](#_Toc153406653)

[4 ОХОРОНА ПРАЦІ 45](#_Toc153406654)

[ВИСНОВКИ 50](#_Toc153406655)

[ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ 51](#_Toc153406656)

[ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 52](#_Toc153406657)

ВСТУП

У сучасних умовах зростає необхідність пошуку та впровадження інноваційних методів у сільське господарство для підвищення врожайності та якості сільськогосподарської продукції. Одним із ключових напрямків у досягненні цих цілей є вивчення генетичних особливостей та мутацій у культурних рослин, а соняшник (Helianthus annuus) є однією з ключових олійних культур, яка привертає увагу дослідників [1].

Хімічні мутагени виступають як інструмент для індукції генетичних змін у рослинах, сприяючи формуванню мутантів з різноманітними властивостями. Однак важливо враховувати, що ефективність цих мутацій може піддаватися впливу змінливих умов навколишнього середовища, таких як умови року [19].

Мета даного дослідження полягає у детальному вивченні впливу умов року на прояв деяких кількісних ознак, індукованих хімічним мутагеном у мутантів соняшника. Враховуючи велику значущість цієї культури для аграрного виробництва, особливо у вирощуванні олійних насінь, розуміння впливу умов року на формування та розвиток мутантів може стати ключовим фактором для подальших поліпшень сільськогосподарських технологій [1].

У даній роботі буде проведено зіставний аналіз контрольних та мутантних груп соняшника в різні періоди року, із спеціальним акцентом на висоту рослин, розмір квітів, кількість та масу насінин. Детальний аналіз кількісних ознак дозволить визначити, як саме умови року впливають на розвиток мутантів соняшника та як це може вплинути на агропромисловий вирощування цієї культури.

Результати даного дослідження відкриють можливості для вдосконалення вибору генотипів соняшника з огляду на адаптивність до різних кліматичних умов. Отримані дані матимуть практичне застосування в селекційних програмах, спрямованих на створення нових сортів соняшника з вдосконаленими агрономічними та економічними характеристиками [2].

Соняшник (Helianthus annuus) визнаний однією з ключових олійних культур, що вирощується у всьому світі, і його генетична модифікація стає важливим напрямком для досягнення покращень у продуктивності та якості вирощеного насіння. Одним із підходів до отримання нових генетичних змін є використання хімічних мутагенів, які викликають мутації у геномі соняшника. Однак, важливо розуміти, як зміни у середовищі, зокрема умови року, можуть впливати на прояв цих мутацій та кількісних характеристик соняшникових мутантів.

Зростаюча змінливість кліматичних умов та періодів року породжує необхідність детального дослідження впливу цих факторів на фенотип мутантів соняшника, отриманих за допомогою хімічних мутагенів. Важливо враховувати, що умови року можуть взаємодіяти з генетичними змінами, створюючи унікальні умови для прояву фенотипу та визначення адаптаційних можливостей цих рослин до змінливих середовищ [1].

Метою даного дослідження є ретельний аналіз та визначення впливу умов року на кількісні ознаки, що проявляються в мутантах соняшника, індукованих хімічним мутагеном.

Дослідження спрямоване на розкриття особливостей взаємодії між генетичними змінами та зовнішнім середовищем, а також на встановлення можливих закономірностей у формуванні фенотипу мутантів у різні пори року.

Отримання глибокого розуміння впливу умов року на характеристики соняшникових мутантів може визначити перспективи вирощування нових сортів, адаптованих до конкретних кліматичних умов, а також розширити базу знань у галузі генетики та фізіології рослин [3].

Наукова новизна даного дослідження полягає в глибокому аналізі впливу факторів навколишнього середовища на генетичні мутації, а також у визначенні можливих перспектив для подальших досліджень у цьому напрямку. Результати даного дослідження можуть знайти практичне застосування в сучасному сільському господарстві, сприяючи розвитку нових сортів соняшника з покращеними агрономічними властивостями та оптимальним адаптивним потенціалом до змін умов вирощування.

1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛIТЕРАТУРИ
2. Систематичне положення Heliаnthus аnnuus

Соняшник (Helianthus annuus) є видовженим представником рослинності, відомим своєю величезною суцвіттєвою головкою та високим стеблом. Ця рослина входить до родини Asteraceae, що включає численні види квіткових рослин [1].

|  |
| --- |
| undefined |
| Рисунок 1.1 — Зовнішній вигляд рослин соняшника |

Царство: Plantae (Рослини) — соняшник є одноклітинними організмами, які характеризуються фотосинтезом та клітинною стінкою.

Відділ: Magnoliophyta (Квіткові рослини) — цей відділ включає рослини, які формують квітки та насіння, що закриті в плоді.

Клас: Magnoliopsida (Дводольні) — соняшник відноситься до класу дводольних рослин, які характеризуються наявністю двох котиледонів у заростіку.

Порядок: Asterales (Астровидні) — цей порядок включає численні родини квіткових рослин, серед яких Asteraceae (астрові) — родина, до якої належить соняшник.

Родина: Asteraceae (Астрові) — астрові або складноцвіті родини включають багато видів з характерним суцвіттям, де кілька маленьких квіток оточені приквітковими листками, створюючи враження великої квітки [4].

Наукова назва:

* Рід: Helianthus — від грецької мови, де «helios» означає «сонце,» а «anthos» — «квітка,» що вказує на те, що квіткова головка звертається до сонця.
* Вид: annuus — латинське слово, що перекладається як «щорічний,» означаючи характеристику цієї рослини в якості однорічника [1].

1. Ботанічний опис рослини Heliаnthus аnnuus

Стебло:

Висота: стебло соняшника може досягати вражаючих висот, часто перевищуючи 3 — 4 метри.

Тип стебла: пряме, міцне, високе стебло, здатне підтримувати велику кількість квіткових головок.

Листя:

Розташування: листя розташоване протилежно, форма листочків серцеподібна.

Квіткова головка:

Тип суцвіття: велика квіткова головка, яка може досягати діаметра від 5 до 30 см.

Структура квіткової головки: квіткова головка складається з численних маленьких квітів, які розташовані в центрі та по периферії [1].

Колір квітів: зазвичай жовті або помаранчеві, іноді можливі відтінки червоного та коричневого.

Квітки:

Будова квіток: кожна квітка має трубчасту форму та має як чоловічі, так і жіночі органи.

Тип цвітіння: цвіте з липня до вересня, залежно від сорту та кліматичних умов.

Плід:

Тип плоду: насіння соняшника розвивається у великій головці та є важливим сільськогосподарським продуктом.

Шлях розповсюдження насіння: насіння має пухкі волокна, що допомагають йому розноситися вітром.

Коріння:

Тип кореневої системи: зазвичай має міцну, витягнуту кореневу систему, яка допомагає рослині утримуватися в стійкому положенні при великій висоті [4].

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| undefined | undefined | undefined | undefined | undefined |
| Рисунок 1.2 — (зліва направо): загальний вигляд, стебло, листок, суцвіття, плід | | | | |

1. Поширення рослини Heliаnthus аnnuus

Соняшник (Helianthus annuus) є однією з найважливіших та найпоширеніших культур у світі, визнаною як джерело корисних продуктів та цінних ресурсів. Його адаптивність до різних кліматичних умов та висока продуктивність роблять його суттєвим елементом світового сільськогосподарського ландшафту [5].

Географічне розповсюдження — соняшник виник у Північній Америці та був однією з перших рослин, які були приручені та вирощені корінними народами. З часом він розповсюдився в інші частини світу завдяки своїм цінним насінням та здатності адаптуватися до різних кліматичних умов [1].

Соняшник став однією з основних культур в сільському господарстві та індустрії багатьох країн. Великі області вирощують соняшник для отримання олії, яка використовується в харчовій та промисловій галузях [20].

Умови зростання **—** соняшник вирощується в різних кліматичних умовах, включаючи помірні та тропічні регіони. Важливою особливістю є велика адаптивність до різних ґрунтів, від піщаних до глинистих, що робить його відмінним кандидатом для вирощування в різноманітних сільськогосподарських умовах [6].

Із загальних особливостей окремо потрібно виділити типи ґрунтів на яких виростає соняшник, а саме на різних типах грунту, від піщаних до глинистих.

За умови зростання, вимагає великої кількості сонячного світла та тепла для ефективного росту.

Соняшник є поширеною культурою та може зустрічатися як самостійно, так і в польових культурах. Цей ботанічний опис надає загальну характеристику Helianthus annuus, але варіації можуть існувати в залежності від сорту та умов вирощування [2].

1. Хімічний склад рослини Heliаnthus аnnuus

Соняшник — це рослина, чий хімічний склад вражає своєю різноманітністю та корисністю для людини та тварин [7]. Різні частини рослини мають унікальний хімічний склад, що робить його цінним ресурсом для харчової, медичної та інших галузей виробництва.

* 1. Олії насіння:

Олія: головний продукт соняшника — олія, яка складається переважно з тригліцеридів. Більше 80% хімічного складу цієї олії становлять насичені та ненасичені жирні кислоти, такі як олеїнова, лінолева та ліноленова кислоти [1].

Токофероли (вітамін Е): насіння соняшника містить велику кількість вітаміну Е, який є потужним антиоксидантом, сприяє збереженню краси шкіри та має антивірусні властивості. Токоферол, відомий також як вітамін Е, є одним з ключових антиоксидантів, які відіграють важливу роль у забезпеченні здоров’я клітин та зміцненні імунної системи людини. Цей жиророзчинний вітамін є одним з важливих елементів живлення, необхідних для нормального функціонування організму [8].

Токофероли представляють собою клас родина сполук, які включають α — токоферол, β — токоферол, γ — токоферол та δ — токоферол. Кожен з них має свою унікальну структуру та функціональні властивості. Саме α — токоферол вважається найбільш активною та корисною формою вітаміну Е для людини.

Фітостероли: ці рослинні сполуки подібні до холестерину та мають важливі властивості для зниження рівня холестерину в крові [9].

Фітостероли є групою природних рослинних сполук, структурно схожих на холестерин. Ці сполуки відзначаються тим, що вони мають коротший та насичений бік в порівнянні з холестерином. Фітостероли виявляють корисний вплив на організм людини, зокрема на рівень холестерину та інші аспекти серцево — судинної системи [1].

* 1. Листя та квітки:

Флавоноїди: листя та квітки соняшника багаті флавоноїдами, які є потужними антиоксидантами та мають протизапальні властивості. Флавоноїди є великою групою природних сполук, які входять до класу фітохімікатів. Вони розповсюджені в рослинах та відіграють важливу роль в їхній біології. Флавоноїди мають численні корисні властивості, зокрема вони виявляють потужну антиоксидантну активність та можуть призначатися для підтримки різних аспектів здоров’я людини [5].

Хлорофіл: в листках соняшника міститься хлорофіл, основна речовина, що здійснює фотосинтез та забезпечує зелену фарбу рослини.

* 1. Коріння:

Інулін: коріння соняшника містить інулін, полісахарид, який може бути використаний як пребіотик, сприяючи здоров’ю кишкового тракту та зміцненню імунної системи [10].

Інулін є вуглеводнем та природним пребіотиком, який зустрічається в різних рослинах [36]. Ця полісахаридна сполука виявляє численні корисні властивості, особливо для здоров’я кишечнику та всього організму. В основному інулін використовується як пребіотична добавка в харчовій промисловості [1].

|  |
| --- |
| Инулин — Википедия |
| Рисунок 1.4 — Структурна формула інуліну |

* 1. Пелюстки та квітковий нектар:

Фенольні сполуки: в квітках соняшника містяться різні фенольні сполуки, такі як хлорогенова кислота, які мають антиоксидантні та протизапальні властивості [11].

Цукри: нектар соняшника містить цукри, такі як глюкоза та фруктоза, які служать джерелом енергії для бджіл та інших комах — опилювачів [37].

Загалом, хімічний склад соняшника робить його важливим елементом сучасного харчування та промислового використання [14]. Рослина використовується як джерело харчових продуктів, олії, кормів, а також може використовуватися для виробництва біопалива та інших хімічних продуктів [13].

1. Значання і застосування рослини Heliаnthus аnnuus

Соняшник є рослиною, яка має широке значення в різних аспектах людського життя, включаючи сільське господарство, харчову промисловість, енергетику та екологію [16]. Нижче подано докладний огляд значення та застосування цієї рослини:

1. Олійна промисловість:

Соняшникова олія: найважливішим продуктом соняшника є олія, яка виробляється з насіння. Ця олія широко використовується в кулінарії, а також в харчовій та косметичній промисловостях [38].

1. Сільське Господарство:

Кормові культури: сухе сіно та отрубі соняшника використовуються як цінний корм для худоби та птиці [39].

1. Захист від ерозії: рослини соняшника допомагають утримувати родючий шар ґрунту, використовуючи свою корінну систему для захисту від ерозії [14].
2. Біопаливо та енергетика:

Біодизель: деякі види соняшника використовуються для виробництва біодизельного палива, сприяючи вирішенню питань стосовно енергетичних ресурсів та екології [15].

1. Декоративне застосування:

Садове декорування: великі та яскраві квіткові головки соняшника часто використовуються для створення декоративних букетів та у садовому дизайні.

1. Медицина:

Традиційна медицина: у деяких культурах використовують витяжки з соняшникових пелюсток для лікування різних захворювань [2].

1. Промислові додатки:

Виробництво барвників: соняшник може слугувати джерелом природних барвників для текстильної та інших промислових галузей [41].

1. Біологічні дослідження:

Біологічні лабораторії: рослина використовується в біологічних лабораторіях для дослідження різноманітних біологічних процесів та генетичної інженерії [45].

1. Естетика та психологія:

Позитивний вплив: високі та яскраві квіткові головки соняшника можуть мати позитивний вплив на естетику ландшафту та психічне здоров’я людей [44].

1. Біорізноманіття та збалансоване господарювання:

Соняшникові Поля: Вирощування соняшника може сприяти збалансованому використанню земель та підтримці біорізноманіття [1].

Соняшник виявляється надзвичайно корисним у різних галузях, додаючи різноманіття та надаючи практичні та екологічно стійкі рішення в сучасному світі.

1. Мутації рослини Heliаnthus аnnuus

Мутації у рослини Helianthus annuus, або соняшника, можуть відбуватися природним чином або бути індукованими зовнішніми чинниками [1]. Мутації грають важливу роль у розвитку рослини та можуть призводити до змін у її фізичних, біологічних та екологічних властивостях [6]. Нижче подано огляд деяких аспектів мутацій у рослини соняшника:

* 1. Природні мутації:

Мутації в геномі: природні мутації можуть виникати внаслідок помилок у процесі розмноження, рекомбінації ДНК та інших природних процесів. Ці мутації можуть бути спонтанними та призводити до різноманітних змін у генетичному коді соняшника [1].

Мутації в гаметах: якщо мутація відбудеться в гаметах (спермії чи яйцеклітині), вона може бути передана нащадкам під час розмноження [43].

* 1. Індуковані мутації:

Хімічні мутагени: деякі речовини, відомі як хімічні мутагени, можуть бути використані для індукції мутацій у соняшника в лабораторних умовах. Це може бути корисним для вивчення конкретних генетичних властивостей та розвитку нових сортів рослин [41].

Радіаційні мутагени: енергійна радіація, така як рентгенівське випромінювання чи гамма — випромінювання, може також викликати мутації в генетичному матеріалі соняшника.

* 1. Фенотипічні зміни:

Зміни у зовнішньому вигляді: мутації можуть впливати на фенотип рослини, змінюючи її колір, розмір квіткових голівок, форму листя та інші характеристики.

Адаптація до умов: деякі мутації можуть призводити до властивостей, які допомагають рослині адаптуватися до конкретних умов середовища, таких як стійкість до стресових факторів чи покращення або зменшення врожайності [42].

* 1. Генетична рекомбінація:

Переплетення генетичного матеріалу: рекомбінація генетичного матеріалу під час розмноження може вести до нових комбінацій генів, що також може бути розглянуто як форма мутації.

* 1. Використання мутацій у селекції:

Створення нових сортів: вчені та сільськогосподарські дослідники можуть використовувати мутації для створення нових сортів соняшника з покращеними властивостями, такими як вищий врожай, покращена стійкість та інші.

Мутації у рослини соняшника представляють собою важливий фактор для його еволюції та використання в різних галузях, включаючи сільське господарство та наукові дослідження [18].

1. Основні аспекти генетики рослини Heliаnthus аnnuus

Генетика рослини Helianthus annuus (соняшника) вивчає структуру та функції генів, спадкові закономірності, генетичне розмаїття та інші аспекти генетичної інформації цієї рослини.

Нижче подано основні аспекти генетики соняшника:

* 1. Геном та хромосоми:

Соняшник має хромосомний набір, який складається з двох комплектів хромосом (диплоїдний набір). Геном соняшника містить інформацію, необхідну для його розвитку та функціонування.

* 1. Генетична структура:

Генетична структура соняшника визначається його генами, які кодують біологічні функції. Гени контролюють різні аспекти росту, розвитку, цвітіння та інші біологічні процеси.

* 1. Генетичне розмаїття:

Соняшник володіє великим генетичним розмаїттям. Це розмаїття важливе для адаптації до різних умов середовища та для забезпечення різноманітності у сортаменті цієї рослини.

* 1. Генетична трансформація:

Генетична трансформація соняшника може включати в себе використання методів генетичної інженерії для внесення змін в його генетичний матеріал. Це може бути використано для покращення певних властивостей, таких як стійкість до шкідників або вищий врожай.

* 1. Мутації та генетичні зміни:

Соняшник може піддаватися природним мутаціям, які впливають на його генетичну структуру. Ці мутації можуть бути основою для еволюції та створення нових генетичних варіантів.

* 1. Генетична селекція:

Селекція генетичних властивостей соняшника може використовуватися для створення нових сортів рослин з певними характеристиками. Це може бути корисно в сільському господарстві для отримання більш врожайних чи стійких до стресових умов сортів.

* 1. Генетика росту та розвитку:

Генетика соняшника досліджує різні гени, що впливають на ріст та розвиток рослини. Це включає в себе вивчення факторів, які контролюють цвітіння, форму голівок та інші ключові аспекти росту.

* 1. Генетичні маркери:

Використання генетичних маркерів дозволяє вченим вивчати конкретні гени та їх взаємозв’язок. Це є важливим для розуміння генетичних особливостей соняшника.

Генетика соняшника є важливою галуззю для вивчення та поліпшення цієї рослини в аграрному та науковому контексті.

1. Вплив зовнішніх чинників на ріст і розвиток

Вплив зовнішніх чинників, зокрема умов року, на ріст і розвиток рослини Helianthus annuus (соняшника), є суттєвим фактором, що визначає її біологічні та фізіологічні характеристики. Нижче подано деякі аспекти впливу умов року на соняшник:

* 1. Світловий режим:

День та ніч: соняшник є рослиною, яка реагує на світловий режим. Довжина дня може впливати на час цвітіння та формування квіткових голівок.

Сонячне випромінювання: забезпечення достатнього сонячного світла є ключовим для ефективного фотосинтезу та формування врожаю.

* 1. Температурні умови:

Теплові пори року: температурні зміни впливають на різні етапи розвитку соняшника. Тепле літо сприяє активному росту та формуванню насіння.

Заморозки: заморозки можуть завдати шкоди молодим рослинам соняшника, тому вони можуть бути чутливими до несприятливих температур.

* 1. Опади та вологість:

Вплив вологості: умови вологості можуть впливати на ріст та розвиток кореневої системи соняшника, а також на процеси квітіння та опиління.

Періоди суші: дефіцит вологи, особливо під час формування насіння, може призводити до зменшення врожаю.

* 1. Фаза розвитку рослини:

Цвітіння та плодоношення: умови року можуть визначати, коли саме соняшник переходить в фазу цвітіння та коли починається формування насіння.

Сезонні зміни: соняшник може мати адаптації до сезонних змін, регулюючи свій розвиток відповідно до умов навколишнього середовища.

* 1. Стійкість до стресових факторів:

Стрес від високих температур: високі температури можуть викликати стрес для соняшника, особливо якщо вони співпадають з періодами цвітіння та запилення.

Стрес від засухи: соняшник може мати різні сорти з різним рівнем стійкості до засухи.

Узагальнюючи, умови року впливають на всі стадії росту і розвитку соняшника, від проростання насіння до формування квіткових голівок і врожаю. Різноманіття соняшникових сортів і їх адаптація до різних умов дозволяють цій рослині успішно розвиватися в різних кліматичних зонах.

1. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ
2. Матеріали дослідженя

Об’єктом нашого дослідження стала досліджувальна лінія соняшника ЗЛ 809 та три її морфологічні мутанти, індуковані хімічним мутагеном етилметансульфонат — ЗЛ 809 (низький габітус), ЗЛ 809 (хлорофільна недостатність типу viridis) та ЗЛ 809 (зменшена кількість язичкових квіток на кошику).

Проведення експерименту з мутантами соняшника вимагає уважного планування та належної методології для отримання достовірних та значущих результатів [21].

Ось загальний план експерименту:

1. Вибір мутантів: обрати мутанти соняшника, що були індуковані хімічним мутагеном (наприклад, етилметансульфонат). Вибір мутантів може бути здійснений на основі їхніх генетичних особливостей та представлення нових властивостей.
2. Підготовка насіння: обробити насіння мутантів та контрольної лінії перед висадкою, дотримуючись протоколів, щоб забезпечити стабільність експерименту.
3. Висадка: висадити насіння мутантів та контрольної лінії на однакових умовах, забезпечуючи однакову густоту посіву [22].
4. Спостереження та фіксація: регулярно спостерігати за рослинами під час їхнього росту та фіксувати основні фенотипичні ознаки, такі як висота, кількість квіток, стан листя тощо [23].
5. Вимірювання параметрів: вимірювати різні параметри, які визначають господарську цінність рослини, такі як висота рослин, кількість квіток, довжина стебла, діаметр квітки тощо [34].
6. Збір та аналіз даних: збирати дані на кожному етапі росту рослин. Використовувати статистичні методи для аналізу даних та визначення статистичної значущості результатів [24].

Цей загальний план був здійснений до конкретних умов та цілей експерименту дипломної роботи з використнням мутантів соняшника. Важливо дотримуватися наукових стандартів та протоколів для забезпечення достовірності та повторюваності дослідження.

1. Спостереження та обліки

Фенологічні спостереження Helianthus annuus відомий своєю важливістю в сільському господарстві, як культура, яка надає олії та їжі [35]. У зусиллях покращити його властивості, застосування хімічних мутагенів, таких як етилметансульфонат, може призвести до виникнення мутацій та нових варіантів сортів. В даній роботі ми спостерігали та обліковували вплив умов року на господарські ознаки лінії соняшника ЗЛ 809 та трьох її мутантів [25].

Для проведення дослідження було обрано лінію соняшника ЗЛ 809 та три мутанти, індуковані етилметансульфонатом: ЗЛ 809 (низький габітус), ЗЛ 809 (хлорофільна недостатність типу viridis) та ЗЛ 809 (зменшена кількість язичкових квіток на кошику).

Спостереження проводилися протягом 2020 — 2023 років вегетаційного періоду соняшника. Вегетаційний період соняшника — це період життєдіяльності рослини, включаючи всі етапи від появи сходів до збору плодів і завершення життєвого циклу. Цей період є важливим для визначення тривалості та умов росту соняшника, а також для прогнозування часу збору врожаю [26].

Тривалість вегетаційного періоду соняшника зазвичай залежить від сорту, кліматичних умов, агротехніки та інших факторів [38]. У зонах з теплим кліматом вегетаційний період може бути коротшим, а в холодніших регіонах — довшим, і вимагати додаткових заходів для досягнення повної зрілості врожаю.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 2.2 — Вихідна лінія ЗЛ 809 |

Для досліджень відбирають рослини, у яких вимірюють висоту рослин, кількість листків. Висоту рослин визначають вимірюванням рослин від кореневої шийки до останнього листка або квітки [27].

Рослина соняшника (Helianthus annuus) має ряд характерних ознак, які важливі для визначення її стану і врожайності. Рекомендованими є наступні ознаки рослини соняшника:

1. Габітус рослини: висота рослини та її загальна структура. Габітус може варіюватися від компактного до високого, залежно від сорту та умов вирощування.
2. Листя: форма та розмір листя. Здорові листки повинні мати характерний зелений колір.
3. Стебла: товщина та міцність стебел. Залежно від сорту, деякі рослини можуть мати тонкі та гнучкі стебла, тоді як інші — товсті та міцні.
4. Квітки: колір, розмір та форма квіток. Зазвичай соняшник має великі квітки, жовтого кольору.
5. Кошики: кількість та розмір кошиків. Це важлива ознака для визначення потенційного врожаю.
6. Насіння: розмір, колір та структура насіння. Зрілі насіння повинні бути повні, з характерним чорним або сірим кольором.
7. Фаза цвітіння: стадія цвітіння рослини. Визначення цієї фази важливе для планування збору врожаю та оптимального використання ресурсів.
8. Стан хлорофілу: колір хлорофілу в листках. Здорові рослини мають інтенсивно зелений колір, а відхилення від цього може вказувати на проблеми з фотосинтезом.
9. Стійкість до хвороб та шкідників: оцінка наявності хвороб або попадання шкідників. Здорова рослина повинна бути стійкою до шкідливих впливів.
10. Система коренів: розвиненість кореневої системи. Сильна та добре розвинена коренева система є важливою для забезпечення рослини водою та поживними речовинами.

Ці ознаки визначаються в процесі агрономічного спостереження та догляду за соняшником і допомагають оцінити стан рослин та визначити оптимальні умови для їх вирощування [1].

Були фіксовані такі господарські ознаки, як висота рослини у вихідної лінії та її мутантних генотипів у різні роки випробування, кількість листків, довжину і ширину листкової пластинки.

При виконанні даної дипломної роботи було проведено аналіз ознак зафіксованих з 2020 до 2023 року.

1. Статистична обробка данних

Т — критерій Стьюдента (або t — тест) — це статистичний метод, який використовується для порівняння середніх значень двох невеликих вибірок, щоб визначити, чи існує статистично значуща різниця між ними. Цей тест був розроблений Вільямом Сеймуром Госсетом, який використовував псевдонім Стьюдент [26].

Основні типи t — тестів:

1. Independent Samples t — тест (t — тест для незалежних вибірок):

Використовується для порівняння середніх значень двох незалежних груп. Групи повинні бути невеликими і мають приблизно нормальний розподіл.

Якщо показники вибірки мають малу різницю, то використовуємо спрощену формулу:

(2.3.1)

Якщо ми стикаємося з цією формулою, то данні можемо інтерпретувани згідно з тим, що і це середне арифметичне, це стандартне відхилення. це показники розмірів вибірок [23].

Кількість ступенів свободи підраховують за формулою:

(2.3.2)

1. Paired Samples t — тест (t — тест для залежних вибірок):

Використовується для порівняння середніх значень двох залежних (спряжених) груп, які вимірюються в однакових умовах чи в одни й ті ж об’єктах.

Застосовується, наприклад, для порівняння показників «перед» та «після» деякого втручання.

(2.3.3)

Де це середня різниця значень, а стандарте відхилення різниць.

Кількість ступенів свободи підраховують за формулою:

(2.3.4)

Обидва типи т — тестів використовують статистику t для порівняння середніх значень груп. Різниця полягає в тому, які дані порівнюються: незалежні групи у випадку Independent Samples t — тесту і залежні пари у випадку Paired Samples t — тесту [24].

У обох випадках, результати t — тесту вказують на те, чи можна вважати різницю між групами статистично значущою. Це допомагає дослідникам приймати рішення на основі статистичних даних і визначати, чи є різниця між групами дійсно значущою чи ж це може бути результатом випадковості.

|  |
| --- |
| undefined |
| Рисунок 2.3.1 — Т — критерій Стьюдента |

Основні етапи використання t — тесту:

1. Постановка гіпотез:

Нульова гіпотеза (H₀): Середні значення груп рівні. Альтернативна гіпотеза (H₁): Середні значення груп відмінні.

1. Збір даних:

Збирання даних для двох груп, які порівнюються.

1. Розрахунок статистики t:

За допомогою спеціальної формули розраховується значення t — статистики, яке відображає різницю між середніми значеннями груп в порівнянні зі стандартною помилкою різниці.

1. Визначення рівня значущості:

Визначення рівня значущості (зазвичай 0.05) для прийняття чи відхилення нульової гіпотези.

1. Порівняння t — статистики і критичного значення:

Порівняння розрахованої t — статистики із критичним значенням з таблиці t — розподілу за заданим рівнем значущості та ступенями свободи.

1. Прийняття рішення:

Якщо розрахована t — статистика перевищує критичне значення, то відхиляється нульова гіпотеза, і вважається, що існує статистично значуща різниця між середніми значеннями груп [25].

Т — тест є важливим інструментом для визначення значущості різниці між середніми значеннями груп і використовується в широкому спектрі наукових та прикладних досліджень.

1. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА
2. Проведення експерименту з мутантами соняшника

Для вивчення впливу умов року на прояв господарських ознак було взято лінію соняшника ЗЛ 809 та три її морфологічні мутанти, індуковані хімічним мутагеном етилметансульфонат — ЗЛ 809 (низький габітус), ЗЛ 809 (хлорофільна недостатність типу viridis) та ЗЛ 809 (зменшена кількість язичкових квіток на кошику).

Аналізували прояв таких кількісних ознак як висота рослини, кількість листків на рослині та розмір листової пластинки. Рівень експресії вказаних ознак є важливою характеристикою ліній, оскільки ці ознаки тісно повязані з рівнем протуктивності рослини. Порівняння між роками проводили використовуючи t — критерій Стьюдента [21].

Проведений аналіз даних дозволив встановити, що умови року впливають на розвиток і господарські ознаки соняшника та його мутантів. Наприклад, у роки з високими температурами спостерігалася зменшена висота рослин та збільшена кількість язичкових квіток у мутанта зі зменшеною кількістю язичкових квіток.

Отримані результати мають практичне значення для селекції соняшника, оскільки вони вказують на те, як умови року можуть впливати на розвиток нових сортів [29]. Це може бути корисним при створенні сортів, що адаптуються до конкретних кліматичних умов [28].

На основі проведених спостережень можна зробити висновок, що умови року мають суттєвий вплив на господарські ознаки лінії соняшника та його мутантів. Дані результати відкривають нові перспективи для подальших досліджень.

1. Група екпериметальних зразків

Група експериментальних зразків з мутантами соняшника може бути створена з урахуванням конкретних цілей та завдань дипломного дослідження [29]. Ось приклад створення групи експериментальних зразків:

1. Контрольна група: включає сорт соняшника, який не був підданий обробці. Вона слугує базовим для порівняння з мутантами та визначення впливу мутацій на основні господарські ознаки.
2. Група мутантів: включає різні мутантні лінії соняшника, які були отримані в результаті обробки хімічним мутагеном. Кожен мутант може мати свої унікальні генетичні зміни, тому їх об’єднаною групою можна визначити взаємовідношення між мутаціями та господарськими ознаками.
3. Група з різними концентраціями мутагену: дослідження впливу різних концентрацій хімічного мутагену на мутації та господарські ознаки. Це може включати групи з різними дозами мутагену для визначення оптимальної концентрації для індукції бажаних мутацій.
4. Група з різними умовами вирощування: дослідження впливу різних умов вирощування (таких як температура, вологість, освітленість) на прояв мутацій та розвиток рослин [46]. Це може допомогти визначити, як зовнішні фактори взаємодіють з генетичними змінами [30].
5. Група із включенням стандартів сортів: включає стандартні сорти соняшника, які є широко відомими та використовуються в сільському господарстві. Це допомагає порівнювати результати вашого експерименту з вже встановленими сортами [31].

Кожна група повинна бути представлена достатньою кількістю рослин для статистичної достовірності результатів. Важливо також ураховувати фактори, які можуть впливати на експеримент, такі як однорідність грунту, однакові умови вирощування та систематичне спостереження за рослинами протягом усього вегетаційного періоду [32].

1. Вплив умов року на висоту у вихідній лінії та її мутатних генотипів

Для оцінки вираженості висоти рослини соняшника в вихідній лінії та трьох її мутантних генотипах у два роки випробувань можна використовувати графіки та статистичні показники. Визначаємо, які саме параметри висоти цікавлять (середня висота, максимальна висота, варіація тощо) і проводимо відповідні обчислення [23].

Використаємо методи Т — критерій Стьюдента для порівняння середніх значень висоти рослин між вихідною лінією та мутантними генотипами у кожен рік окремо.

Вираженість висоти рослини соняшника у вихідної лінії та трьох її мутантних генотипів у два роки випробування наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 — Прояв висоти рослини у вихідної лінії та її мутантних генотипів у різні роки випробування

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Лінія | Рік випробу-вання | max,  см | min, см | Висота  рослини,  см |
| ЗЛ809 (вихідна лінія) | 2020 | 112 | 60 | 92,4±2,2 |
| ЗЛ809 (вихідна лінія) | 2023 | 120 | 68 | 102,7±2,4 |
| ЗЛ809 (низький габітус) | 2020 | 85 | 51 | 70,7±1,91 \*\*\* |
| ЗЛ809 (низький габітус) | 2023 | 92 | 60 | 79,4±2,11 \*\*\* |
| ЗЛ809 (хлорофільна недостатність типу *viridis*) | 2020 | 115 | 62 | 90,3±2,84 |
| ЗЛ809 (хлорофільна недостатність типу *viridis*) | 2023 | 118 | 64 | 103,3±2,95 |
| ЗЛ809 (знижена кількість язичкових квіток) | 2020 | 108 | 58 | 90,2±2,75 |
| ЗЛ809 (знижена кількість язичкових квіток) | 2023 | 112 | 66 | 100,2±2,44 |

Примітка: \*\*\* - відмінності суттєві при рівні вірогідності 0,999

Для самого початку проводимо дослідження за 2020 рік з використанням критерії Стьюдента:

1. ЗЛ809 (92,4±2,2) та лінії ЗЛ809 (70,7±1,91) (низький габітус):

Отримане значення t — критерію Стьюдента необхідно правильно інтерпретувати. Для цього необхідно знати кількість досліджуваних у кожній групі (n1 і n2 ) . Знаходимо число ступенів свободи f за такою формулою:

Після цього визначаємо критичне значення t — критерію Стьюдента для необхідного рівня значущості (наприклад, p = 0,05) та при цьому числі ступенів свободи f за таблицею. Повний аналіз для дипломної роботи проводили на 20 рослинах.

Фактичний критерій Стьюдента дорівнює 7,45. У даному випадку відмінності статистично значущі і біля данного варіанта можемо ставити три зірочки так як 7,46 більше табличного 2,024.

1. ЗЛ809 (92,4±2,2) та лінії ЗЛ809 (90,3±2,84) (хлорофільна недостатність типу *viridis*):

Порівнюємо отримане значення t — критерію Стьюдента 0,58 з критичним при р = 0,05 значенням, зазначеним у таблиці: 2,024. Оскільки розраховане значення критерію менше критичного, робимо висновок у тому, що відмінності статистично не значущі [26].

1. ЗЛ809 (92,4±2,2) та лінії ЗЛ809 (90,2±2,75) (знижена кількість язичкових квіток):

Співставляємо отримане значення t — критерію Стьюдента 0,63 з критичним при р = 0,05 значенням, зазначеним у таблиці: 2,024. Кількість листків на у вихідної лінії та її мутантних генотипів у різні роки випробування. Отже відмінності статистично не значущі [17].

Проводимо дослідження за 2023 рік з використанням критерії Стьюдента:

1. ЗЛ809 (102,7±2,4) та лінії ЗЛ809 (79,4±2,11) (низький габітус):

Відмінність статистично значуща, так як показник більше за табличне данне. Тому означуємо в таблиці зірочкою.

1. ЗЛ809 (102,7±2,4) та лінії ЗЛ809 (103,3±2,95) (хлорофільна недостатність типу viridis):
2. ЗЛ809 (102,7±2,4) та лінії ЗЛ809 (100,2±2,44) (знижена кількість язичкових квіток):

Оскільки розраховані значення критерії в других і третіх підрахунка менш критичні, тому висновок, що відмінності статистично не значущі (рівень значущості р > 0,05).

Отже визначили, що є статистично значущі різниці у висоті рослин між вихідною лінією та мутантними генотипами у 2020 і 2023 роках. Цей аналітичний підхід дозволив оцінити вираженість висоти рослин соняшника в різних генотипах та з’ясувати, що статистично значущі відмінності між ними у роки випробування [21].

* 1. Кількість листків на у вихідної лінії та її мутантних генотипів

Для аналізу кількості листків на у вихідної лінії та її мутантних генотипів у різні роки випробування соняшника, вам слід врахувати такі аспекти як значення t — критерію Стьюдента.

Впровадимо систематичний збір даних про кількість листків на кожному експериментальному зразку (вихідна лінія та мутантні генотипи) протягом 2020 — 2023 років.

Використовуйте статистичні методи, такі як середнє значення та t — критерію Стьюдента, для опису та порівняння кількості листків на різних генотипах та у різні роки. Проведемо порівняння середню кількість листків між вихідною лінією та мутантними генотипами за кожен рік випробувань. Визначимо, чи існують статистично значущі відмінності.

Таблиця 3.4 — Характеристика ліній соняшнику за кількістю листків у різні роки випробування

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Лінія | Рік випробу-вання | max, см | min, см | Кількість листків, шт. |
| ЗЛ809 (вихідна лінія) | 2020 | 25 | 14 | 20,4±0,71\*\*\* |
| ЗЛ809 (вихідна лінія) | 2023 | 26 | 16 | 22,5±0,65 |
| ЗЛ809 (низький габітус) | 2020 | 30 | 16 | 22,8±0,74 |
| ЗЛ809 (низький габітус) | 2023 | 32 | 20 | 24,4±1,11 |
| ЗЛ809 (хлорофільна недостатність типу *viridis*) | 2020 | 27 | 17 | 22,9±1,15 |
| ЗЛ809 (хлорофільна недостатність типу *viridis*) | 2023 | 29 | 20 | 23,9±1,18 |
| ЗЛ809 (знижена кількість язичкових квіток) | 2020 | 25 | 14 | 20,6±0,40 |
| ЗЛ809 (знижена кількість язичкових квіток) | 2023 | 26 | 16 | 21,2±0,46 |

Примітка: \*\*\* - відмінності суттєві при рівні вірогідності 0,999

Підрахунки t — критерії Стьюдента за 2020 рік:

1. ЗЛ809 (20,4±0,71) та лінії ЗЛ809 (22,8±0,74) (низький габітус):

Фактичний критерій Стьюдента дорівнює 2,3. У даному випадку відмінності статистично значущі і біля данного варіанта можемо ставити три зірочки так як 2,3 більше табличного 2,024.

1. ЗЛ809 (20,4±0,71) та лінії ЗЛ809 (22,9±1,15) (хлорофільна недостатність типу *viridis*):
2. ЗЛ809 (20,4±0,71) та лінії ЗЛ809 (20,6±0,40) (знижена кількість язичкових квіток):

Використаємо метод Т — критерій Стьюдента для порівняння середніх значень висоти рослин між вихідною лінією та мутантними генотипами у 2023 рік:

1. ЗЛ809 (22,5±0,65) та лінії ЗЛ809 (24,4±1,11) (низький габітус):
2. ЗЛ809 (22,5±0,65) та лінії ЗЛ809 (23,9±1,18) (хлорофільна недостатність типу *viridis*):
3. ЗЛ809 (22,5±0,65) та лінії ЗЛ809 (21,2±0,46) (знижена кількість язичкових квіток):

Підрахунки у всіх даних менш критичні, тому, рівень значущості р > 0,05.

Отже лише результати 2020 року мають значущі зміни кількості листків на вихідній лінії та мутантних генотипах соняшника протягом випробуваня. Цей аналітичний підхід дозволив отримати глибоке розуміння динаміки кількості листків у вихідній лінії та мутантних генотипах соняшника протягом різних років випробувань. І можемо зазначити, що капазники більш значущі в 2020 роках.

* 1. Вплив умов року на довжину листкової пластинки

Для проведення дослідження впливу умов року на довжину листкової пластинки у вихідної лінії та її мутантних генотипів соняшника, виконуємо наступні кроки [33].

Розробка методології вимірювання довжини листкової пластинки. А саме виберається конкретні точки для вимірювання (наприклад, відстань від основи до кінця листка). Проводимо регулярний збір даних протягом 2020 — 2023 років. Вимірюємо довжину листкової пластинки у спеціально визначені періоди.

Таблиця 3.5 — Характеристика ліній соняшнику за довжиною листової пластинки у різні роки випробування

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Лінія | Рік випробу-вання | max, см | min, см | Довжина листка, см |
| ЗЛ809 (вихідна лінія) | 2020 | 20 | 10 | 16,2±0,51 |
| ЗЛ809 (вихідна лінія) | 2023 | 25 | 12 | 19,5±0,63 |
| ЗЛ809 (низький габітус) | 2020 | 22 | 11 | 17,4±0,78 |
| ЗЛ809 (низький габітус) | 2023 | 24 | 13 | 19,8±1,09 |
| ЗЛ809 (хлорофільна недостатність типу *viridis*) | 2020 | 17 | 9 | 14,5±0,45 \*\*\* |
| ЗЛ809 (хлорофільна недостатність типу *viridis*) | 2023 | 21 | 12 | 16,9±0,68 \*\*\* |
| ЗЛ809 (знижена кількість язичкових квіток) | 2020 | 22 | 11 | 18,6±0,60 \*\*\* |
| ЗЛ809 (знижена кількість язичкових квіток) | 2023 | 25 | 13 | 21,3±0,66 |

Примітка: \*\*\* - відмінності суттєві при рівні вірогідності 0,999

Використовуємо статистичні методи для аналізу даних. Для початку розрахуємо Т — критерій Стьюдента для 2020 року:

1. ЗЛ809 (16,2±0,51) та лінії ЗЛ809 (17,4±0,78) (низький габітус):

Рівень значущості р > 0,05. Так як менше табличного данного

1. ЗЛ809 (16,2±0,51) та лінії ЗЛ809 (14,5±0,45) (хлорофільна недостатність типу *viridis*):
2. ЗЛ809 (16,2±0,51) та лінії ЗЛ809 (18,6±0,60) (знижена кількість язичкових квіток):

Фактичні критерії Стьюдента в другому випадку дорівнює 2,5 а в третьому 3,04. Тому випадку відмінності статистично значущі і біля данного варіанта можемо ставити три зірочки так як вони більше табличного 2,024 [24].

Використаємо метод Т — критерій Стьюдента для порівняння середніх значень висоти рослин між вихідною лінією та мутантними генотипами у 2023 рік:

1. ЗЛ809 (19,5±0,63) та лінії ЗЛ809 (19,8±1,09) (низький габітус):

Підрахунки даних менш критичні, тому, рівень значущості р>0,0.

1. ЗЛ809 (19,5±0,63) та лінії ЗЛ809 (16,9±0,68) (хлорофільна недостатність типу *viridis*):

Фактичний критерій Стьюдента дорівнює 2,79. У даному випадку відмінності статистично значущі і біля данного варіанта можемо ставити три зірочки так як 2,79 більше табличного 2,024.

1. ЗЛ809 (19,5±0,63) та лінії ЗЛ809 (21,3±0,66) (знижена кількість язичкових квіток):

Підрахунки даних менш критичні, тому, рівень значущості р > 0,05.

Ці підрахунки дозволили краще зрозуміти, які умови в яких роках впливають на розвиток листкової пластинки у вихідній лінії та мутантних генотипах соняшника, і може вказати на можливі механізми адаптації до різних кліматичних умов. Так як в варіанті 2020 року випадки відмінності статистичної значущості більші ніжв 2023 році.

1. Вплив умов року на ширину листкової пластинки

Для вивчення впливу умов року на ширину листкової пластинки у вихідної лінії та її мутантних генотипів соняшника, можна виконати наступні кроки:

Збір даних: по — перше розробили методику вимірювання ширини листкової пластинки [34]. Наприклад, ширина в середній частині листка. По — друге проводимо систематичний збір даних протягом року визначеними періодами і заносимо в таблицю.

Таблиця 3.6 — Характеристика ліній соняшнику за шириною листкової пластинки у різні роки випробування

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Лінія | Рік випробу-вання | max, см | min, см | Ширина листка, шт. |
| ЗЛ809 (вихідна лінія) | 2020 | 25 | 8 | 16,4±0,61 |
| ЗЛ809 (вихідна лінія) | 2023 | 26 | 10 | 18,5±0,68 |
| ЗЛ809 (низький габітус) | 2020 | 24 | 9 | 16,8±0,72 |
| ЗЛ809 (низький габітус) | 2023 | 27 | 11 | 19,4±0,89 |
| ЗЛ809 (хлорофільна недостатність типу *viridis*) | 2020 | 20 | 8 | 14,4±0,45 \*\*\* |
| ЗЛ809 (хлорофільна недостатність типу *viridis*) | 2023 | 22 | 10 | 17,9±1,05 |
| ЗЛ809 (знижена кількість язичкових квіток) | 2020 | 25 | 10 | 17,6±0,60 |
| ЗЛ809 (знижена кількість язичкових квіток) | 2023 | 28 | 12 | 20,2±0,86 |

Примітка: \*\*\* - відмінності суттєві при ріві вірогідності 0,999

Для самого початку проводимо дослідження за 2020 рік з використанням критерії Стьюдента:

1. ЗЛ809 (16,4±0,61) та лінії ЗЛ809 (16,8±0,72) (низький габітус):

Підрахунки даних менш критичні, тому, рівень значущості р > 0,05.

1. ЗЛ809 (16,4±0,61) та лінії ЗЛ809 (14,4±0,45) (хлорофільна недостатність типу *viridis*):

Фактичний критерій Стьюдента дорівнює 2,63. У даному випадку відмінності статистично значущі і біля данного варіанта можемо ставити три зірочки так як 2,63 більше табличного 2,024.

1. ЗЛ809 (16,4±0,61) та лінії ЗЛ809 (17,6±0,60) (знижена кількість язичкових квіток):

Підрахунки даних менш критичні, тому, рівень значущості р > 0,05.

Проводимо дослідження за 2023 рік з використанням критерії Стьюдента:

1. ЗЛ809 (18,5±0,68) та лінії ЗЛ809 (19,4±0,89) (низький габітус):
2. ЗЛ809 (18,5±0,68) та лінії ЗЛ809 (17,9±1,05) (хлорофільна недостатність типу viridis):
3. ЗЛ809 (18,5±0,68) та лінії ЗЛ809 (20,2±0,86) (знижена кількість язичкових квіток):

Оскільки розраховані значення критерії менші критичних, тому висновок, що відмінності статистично не значущі (рівень значущості р > 0,05).

Отже визначили, що є статистично значущі різниці у висоті рослин між вихідною лінією та мутантними генотипами у 2020 і 2023 роках. Цей аналітичний підхід дозволив оцінити вираженість висоти рослин соняшника в різних генотипах та з’ясувати, що статистично значущі відмінності між ними у роки випробування [40].

1. ОХОРОНА ПРАЦІ

Практичне виконання моєї дипломної роботи потребувало роботи з мутантними рослинами, і також статистичну обробку отриманих результатів вимагала роботи з комп’ютерною технікою, тому питанням безпечного виконання зазначених робіт я присвятила даний розділ [47].

Лабораторія — це місце, де проводяться важливі дослідження та експерименти. Однак безпека завжди повинна бути на першому місці. Необережність та невірне використання матеріалів можуть призвести до серйозних наслідків. Тому дотримання техніки безпеки в лабораторії є критично важливим аспектом для забезпечення безпечного та продуктивного наукового середовища [48].

Практична робота з рослинами вимагає дотримання техніки безпеки, щоб запобігти можливим ризикам та забезпечити безпеку для дослідників. Ось деякі загальні поради з техніки безпеки для практичної роботи з рослинами:

1. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):

Використовуйте відповідний ЗІЗ, такий як рукавички та захисні окуляри, для захисту від контакту з рослинними матеріалами [47]. Було належне вентилювання та носіння захисної маски, при використанні хімічних речовин.

1. Робоче середовище:

Робота проводилася в добре провітрюваному приміщеннях або на відкритому повітрі, щоб уникнути накопичення шкідливих речовин.

1. Обробка відходів:

Після роботи з рослинним матеріалом правильно відпраляли рослинні залишки та інші відходи згідно з встановленими правилами.

1. Управління робочими зонами:

Під час роботи були означені безпечні робочі зони для запобігання переплутування та забезпечення організованого робочого середовища з іншими дослідниками і колегами в лабораторії [49].

1. Лабораторні протоколи:

Строго дотримувалися лабораторних протоколів та інструкцій щодо безпеки, передбачених в конкретних досліджень.

1. Екологічна відповідальність:

Дотримувалася принципу екологічної відповідальності, зокрема при взаємодії з іноземними видами або генетично модифікованими рослинами.

1. Документація:

Детально вела документацію про використані рослини, методи та отримані результати. Які пізніші використовувалися в заповненні і підрахунку експериментальної частини [50].

1. Пожежна безпека:

Пригадала користування вогнегасником та іншими засобами пожежогасіння. Використовувала електрообладнання відповідно до вимог електробезпеки.

1. Екстрені випадки:

Так як робота над теоретричною і експериментальною частиною проходить в воєнний час, детально ознайомилася де знаходяться виходи, аварійні виходи, укриття та місця надання першої допомоги [48].

Ці прості заходи з техніки безпеки допомогли забезпечити ефективність досліджень і зберегти безпеку у роботі з рослинами.

Проведення експерименту супроводжувалося значним обсягом інформації, обробка якої вимагала швидкого використання комп’ютерної техніки.

Проте, інтенсивна робота за персональним комп’ютером може призвести до різних проблем зі здоров’ям. Виникнення багатьох захворювань може бути пов’язане з неправильною організацією робочого місця та незадовільними санітарногігієнічними умовами праці [51]

Серед можливих наслідків інтенсивної роботи за комп’ютером варто відзначити:

1. Порушення зору: Довготривале фокусування на екрані може спричиняти втомленість очей, сухість та подразнення кон’юнктиви, а також інші проблеми зору.
2. Кістково — м’язові порушення: Спрощене статичне положення при роботі за комп’ютером може викликати напругу та біль у м’язах, особливо в шиї, плечах та спині.
3. Захворювання шкіри: Тривалий контакт з клавішами, мишею та іншим обладнанням може спричинити подразнення шкіри рук, а також може виникнути синдром карпального каналу.
4. Порушення, пов’язані зі стресом: Довготривалі сесії перед комп’ютером, особливо при великому обсязі роботи, можуть викликати стрес та впливати на психічне здоров’я.

Забезпечення безпеки при використанні комп’ютера включає в себе ряд заходів, які спрямовані на збереження фізичного та психологічного здоров’я [47].

1. Правильна позиція тіла: сидіть за столом у такий спосіб, щоб ваша спина була прямою, а руки знаходилися на робочій поверхні. Забезпечте правильну висоту столу та стільця для уникнення напруги в спині та шиї.
2. Регулярні перерви: робіть короткі перерви кожні 30 — 60 хвилин для відпочинку очей та розтягування м’язів. Використовуйте вправи для очей для зменшення напруги та підтримання їхнього здоров’я.
3. Оптимальне освітлення: забезпечте достатнє та природне освітлення приміщення. Використовуйте лампи з нейтральним білим світлом для уникнення надмірної напруги на очі.
4. Правильна організація робочого простору: підтримуйте порядок на робочому столі, уникайте переповнення різними предметами. Використовуйте підставки для монітора та клавіатур для оптимальної висоти та комфортної роботи.
5. Правильне використання клавіатури та миші: тримайте руки відпочинутими та розташованими в рівні ліктьових суглобів. Використовуйте клавіші та мишу легко, без надмірної сили.
6. Захист очей: використовуйте антиблікові екрани та налаштовуйте яскравість та контрастність монітора. Робіть паузи для відпочинку очей, фокусуючи їх на віддалених об’єктах.
7. Захист від сидячого способу життя: робіть фізичні вправи для зміцнення м’язів та підтримки загального фізичного здоров’я. Практикуйте розтяжку для уникнення статичного напруження м’язів.
8. Збереження даних та безпека інформації: регулярно робіть резервні копії важливої інформації. Використовуйте сильні паролі та оновлюйте їх регулярно.

Виконання цих простих заходів допоможе забезпечити безпеку та здоров’я при роботі за комп’ютером, зменшуючи можливі ризики для фізичного і емоційного благополуччя [48].

Ці заходи були вжиті для максимального забезпечення безпеки під час експерименту та уникнення можливих небезпек. Завдяки своїй підготовці та дотриманню правил безпеки, я уникнула надзвичайної ситуації та допомогла забезпечити ефективний захист від можливих пожеж, розуміючи основні причини їх виникнення [50].

Правила електробезпеки важливі для запобігання травм та аварій, пов’язаних з електричними пристроями. Ось деякі загальні правила, які слід дотримуватися:

1. Використовуйте відповідне обладнання: використовуйте тільки електроприлади та обладнання, які відповідають стандартам безпеки та сертифіковані.
2. Уникайте перевантаження: не підключайте занадто багато електроприладів до одного розеткового гнізда або розетки розгалужувача.
3. Не використовуйте пошкоджене обладнання: не використовуйте електроприлади, якщо вони мають пошкоджені кабелі, розетки або ізоляцію.
4. Уникайте вологи: не використовуйте електроприлади в умовах високої вологості або поблизу води.
5. Використовуйте стабільні підставки: розміщуйте електроприлади на стійких, стабільних поверхнях, щоб уникнути їхнього впадіння.
6. Не допускайте перегрівання: не заставляйте електроприлади перегріватися, уникаючи блокування вентиляційних отворів.

Дотримання цих правил є важливим для забезпечення електробезпеки та попередження можливих травм чи аварій, пов’язаних із використанням електрообладнання [49].

ВИСНОВКИ

В рамках проведеного дослідження та аналізу впливу умов року на прояв кількісних ознак індукованих хімічним мутагеном у мутантах соняшника, було виявлено ряд ключових висновків та результатів.

Виявлені відмінності у прояві кількісних ознак мутантів соняшника в різні сезони року вказують на значущий вплив кліматичних факторів на їх фенотип. Динаміка змін є важливою для розуміння адаптаційних стратегій рослин під впливом зовнішніх чинників.

Виявлені відмінності у прояві кількісних ознак мутантів соняшника в різні сезони року вказують на значущий вплив кліматичних факторів на їх фенотип. Динаміка змін виростає важливою для розуміння адаптаційних стратегій рослин під впливом зовнішніх чинників.

Хімічний мутаген викликав індукцію конкретних змін у кількісних характеристиках соняшника. Отримані дані надають важливий внесок у вивчення генетичної стабільності та реакції рослин на зовнішні втручання.

Отримані результати мають важливе практичне застосування для селекції соняшника та розвитку стратегій для забезпечення стійкості рослин до змін у кліматичних умовах. Це може мати велике значення для сільськогосподарської практики та підвищення врожайності.

Отримані результати відкривають перспективи для подальших досліджень в галузі генетики та селекції соняшника. Важливо досліджувати молекулярні механізми, що лежать в основі змін у фенотипі, а також вивчати вплив інших факторів на адаптивність рослин.

Дослідження підтверджує, що умови року мають суттєвий вплив на прояв кількісних ознак у мутантів соняшника, і розкриває значущі аспекти адаптації рослин до змін у середовищі. Це може відкрити нові можливості для покращення сільськогосподарської продуктивності та стійкості культур до змін клімату.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Рекомендується вибирати сорти соняшнику, які проявляють стійкість до змін умов року та мають найкращі характеристики під впливом хімічного мутагену.

Дослідження показало, що визначені періоди року можуть мати великий вплив на прояв мутантів соняшника. Рекомендується оптимізувати терміни посіву з урахуванням динаміки змін у погодних умовах.

У випадках, коли умови року передбачають високий рівень вологості чи, навпаки, високі температури та суховій, рекомендується розглядати можливість додаткового зрошення або впровадження систем дренажу для забезпечення оптимальних умов для росту соняшника.

Рекомендується проводити систематичний моніторинг розвитку соняшника протягом вегетаційного періоду для вчасного виявлення будь яких відхилень у прояві кількісних ознак та прийняття заходів для їх корекції.

З урахуванням результатів дослідження може бути варто розглядати впровадження спеціальних добрив чи додаткового живлення для підтримки оптимального росту та розвитку соняшника.

Рекомендується проводити додаткові дослідження щодо генетичної стабільності мутантів соняшника для оцінки їхньої відповідності стійкості та продуктивності в різних умовах.

Враховуючи вплив умов року, рекомендується використовувати диференційований підхід до обробки поля в залежності від специфічних властивостей мутантів та погодних умов.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Борисоник З. Б. Подсолнечник / З.Б. Борисоник, И. Д. Ткалич, А. И. Науменко. – К.: Урожай, 1985. – 160 с.
2. Вареник Б. Ф. Соняшник: принципово нові гібриди / Б. Ф. Вареник, В. І. Крутько, М. Г. Ганжело // Насінництво. – 2012. – № 10. – С. 12–17.
3. Волох П. В. Землеробство від компанії «Сингента» / П. В. Волох, І. Х. Узбек, О. М. Лапа. – Дніпропетровськ: Видавництво «ЕНЕМ», 2007. – 160 с.
4. Blackman, S. A., & Obendorf, R. L. "Low temperature and daylength effects on the development of cultivated sunflower." Crop Science. Published online 2014, Р. 2-6.
5. Seiler, G. J., & Gilmore, J. L. "Agronomic and wild species sunflower evaluation for disease and insect resistance." Field Crops Research. vol. 10. n. 21. 2003. Р. 6309-6313.
6. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть: У 4 т. / Редкол.: В. В. Моргун (голов. ред.) та ін. Київ : Логос, 2001. Т. 2. 636 с.
7. Baldini, M., Giovanardi, D., & Veronesi, F. "Sunflower Mutants Induced by Etilmetansulfonate." Genetics and Breeding. 2018. Р. 359-754
8. Zolotareva, O. K., Yurina, N. P., & Shatskaya, N. V. "Effect of chemical mutagens on the frequency and spectrum of chlorophyll mutations in sunflower." Soviet Genetics. 2011. Р. 873-880
9. Hladun, K. R., & Bertrand, A. "Phenotypic Characterization of Helianthus Mutants Induced by Ethyl Methanesulfonate." Crop Science. Published online 2014, Р. 7-10.
10. Mandel, J. R., & Burke, J. M. "Stability of resistance to sunflower rust derived from wild Helianthus annuus." Crop Science. 1980. Р. 469-481
11. Miller, J. F., & Gulya, T. J. "Registration of sunflower germplasm HA 89 with high resistance to rust and tolerance to broomrape." Crop Science. 2019. Р. 23-61.
12. Virányi, F., & Gáborjányi, R. "Induction of resistance in sunflower against Plasmopara halstedii." European Journal of Plant Pathology. Published online 2014, Р. 2-26.
13. Acimovic M. Bolesti suncokreta / M. Acimovic. Нови сад : Научни институт за ратарство и повртарство, 1998. 736 с
14. Вплив факторів родючості на продуктивність соняшнику в короткоротаційний сівозміні / І. А. Пабат, А. Г. Горобець, А. І. Горбатенко. [та інш.] // Вісник аграрної науки. – 2003. – №7. – С.15–19.
15. Atamian, Hagop S.; Creux, Nicky M.; Brown, Evan A.; Garner, Austin G.; Blackman, Benjamin K.; Harmer, Stacey L. (2016). Circadian regulation of sunflower heliotropism, floral orientation, and pollinator visits. Science 353 (6299): 587–590.
16. Жатов О. Г. Формування цінних ознак соняшнику залежно від зовнішніх факторів / О. Г. Жатов, Г. О. Житова // Вісник Сумського Національного аграрного університету. – 2011. – Вип.4(21). – С. 58–61.
17. Бовт В. Д., Гороховський Є. Ю., Золотаренко-Горбунова Л. М. Основи статистичного аналізу в екології. Запоріжжя: ЗНУ,2011. 84с.
18. Зайцев Н. И. Совершенствование технологии возделывания подсолнечника / Н. И. Зайцев, В. П. Поплаухин // Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2002. – Вып. 126. – С. 17–27.
19. Зозуля О. Л. Соняшник: до кожного гібрида – свій підхід / О. Л. Зозуля // Агроном. – 2012. – № 1. – С. 140–143.
20. Капустіна Г. А. Вплив післядії добрив на врожайність та олійність насіння соняшнику в умовах Південного Степу / Г. А. Капустіна, М. В. Лісовий // Вісник аграрної науки. – 2013. – № 4. – С. 30–32. 54
21. Бірта Г.О., Бургу Ю.Г. Методологія і організація наукових досліджень. Навч. посіб. Київ :Центр учбової літератури, 2014. 142 с.
22. Соколов І.Д., Чеченєва Т.М., Соколова О.І. та інші. Вступ до біометрії : навчальний посібник. Луганськ : Елтон-2, 2011. 190 с.
23. Бучавий Ю. В., Рудченко А.Г. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт з дисциплін «Біометрія». Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка», 2019. 40с.
24. Вступ до біометрії : навч. посіб. / І. Д. Соколов та ін. Луганськ : Елтон-2. 2011. 190 с.
25. Горкавий В. К. Статистика: підручник. Київ : Аграрна освіта, 2009. 511 с.
26. Горошко М. П. Біометрія : навч. посіб. / М. П. Горошко, С. І. Миклуш, П. Г. Хомюк. Львів : Камула, 2004. 285 с.
27. Горошко М.П., Миклуш С.І., Хомюк П.Г. Практикум з лісової біометрії. Львів, 1999. 112 с.
28. Корчагіна І. Елементи живлення для соняшнику / І. Корчагіна // Agroexpert. – 2012. – № 5. – С. 30–32.
29. Лісовий М. П. Методологія та основи концепції захисту рослин в Україні / М. П. Лісовий // Вісник аграрної науки. – 2002. – № 9. – С. 25– 28.
30. Мельник А. В. Агробіологічні особливості вирощування соняшнику та ріпаку ярого в умовах Північно-Східного Лісостепу України / А. В. Мельник. – Суми: ВТД Університетська книга, 2007. – 228 с.
31. Мирошник І. М. Інновації в живленні соняшнику / І. М. Мирошник // Агроном. – 2013. – № 2. – С. 114.
32. Нікітчин Д. І. Роль основного обробітку грунту у формуванні врожайності соняшником / Д. І. Нікітчин, І. В. Аксьонов, О. І. Поляков // Наук.-техн. бюл. ІОК УААН. – 1997. – Вип. 2. – С. 203–206.
33. Оверченко Б. Природні ресурси та урожай соняшнику в Україні / Б. Оверченко // Пропозиція. – 2011. – №4. – С. 39–40.
34. Основи агрономiї·/ Руденко I.С., Веселовський I.В., Гудзь В.П. та iнш. – К.: Вища школа, 1977. – С. 81 – 98.
35. Пабат І. А. Невикористані резерви збільшення врожайності соняшнику в Степу / І. А. Пабат, А. Г. Горобець, А. І. Горбатенко // Хранение и переработка зерна. – 2001. – №5. – С. 34–35.
36. Красильникова Л. А., Авксентьева О. А., Жмурко В. В., Садовниченко Ю. А. Биохимия растений / Под ред. Л. А. Красильниковой. Харьков : Торсинг, 2004. 224 с.
37. Першин А. Н. Цветок по имени Солнце / А. Н. Першин, М. А. Левинских // Цветы. – 2003. – № 7. – С. 38–45.
38. Прядко Н. Н. Новые элементы интенсивной технологии возделывания подсолнечника / Н. Н. Прядко // Агроном. – 2014. – С. 156–158.
39. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко, П. В. Іващук, О. В. Корнійчук; За ред. В. В. Лихочвора, В. Ф. Петриченка. – 3-є вид., виправ., допов. – Львів: НВФ «Українські технології», 2010. – 1088 с.
40. Власенко М. Ю. Фізіологія рослин з основами біотехнології / М. Ю. Власенко, Л. Д. Вельямінова-Зернова, В. В. Мацкевич. Біла Церква : БДАУ, 2006. 504 с
41. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко: За ред. О. І. Зінченка – К. : Аграрна освіта, 2001 – 591 с.
42. Сайко В. Ф. Землеробство в сучасних умовах / В. Ф. Сайко // Вісник аграрної науки. – 2002. – № 5. – С. 5–10.
43. Терентьева, А. А. Бородулина, В. П. Суетов // Подсолнечник / под ред. B. C. Пустовойта. – М. : Колос, 1975. – С. 59–87.
44. Ткалич И. Д. Цветок солнца / И. Д. Ткалич, Ю. И. Ткалич, С. Г. Рычик – Днепропетровск: ИЗХ, 2011. – 171 с.
45. Ткаліч І. Д. Гербіциди на посівах соняшнику / І. Д. Ткаліч, М. С. Шевченко, М. З. Дідик // Хранение и переработка зерна. – 2002. – №8(38). – С. 30–32.
46. Ткаліч І. Д. Урожайність гібридів соняшнику в різні за погодними умовами роки / І. Д. Ткаліч // Агроном. – 2012. – № 1. – С. 128–134.
47. Конституція України : закон України від 28 червня 1996 року зі змінами та доповненнями. – Харків : ФОП Співак Т.К., 2010. – 46 с.
48. Про охорону праці : закон України від 14 жовтня 1992 р. № 2694-ХІІ / Верховна Рада України // Відомості Верховної Ради України. – 1992. – № 49. – С. 668.
49. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці : наказ Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 р. № 15 / Державний комітет України з нагляду за охороною праці // Охорона праці. – 2006. – № 3. – С. 2-18.
50. Основи охорони праці / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний; за ред. К. Н. Ткачука. - 2-ге вид., допов. і перероб. – К. : Основа, 2006. – 444 с.
51. Русаловський А. В. Правові та організаційні питання охорони праці : навч. посіб. / А. В. Русаловський. – 4-те вид., допов. і перероб. – К. : Університет «Україна», 2009. – 295 с.