**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра генетики та рослинних ресурсів**

**Кваліфікаційна робота**

**магістра**

на тему: ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ ТА ЇХНЄ ВИКОРИСТАННЯ В СЕЛЕКЦІЙНІЙ РОБОТІ

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.0911-г

спеціальності \_\_\_\_\_\_\_\_\_091 Біологія\_\_\_\_\_\_\_\_

(код і назва спеціальності

освітньої програми \_\_\_\_\_Генетика\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (назва освітньої програми)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_М. С. Єгоров\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (ініціали та прізвище)

Керівник професор, д.б.н. Лях В.О.

 (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доцент, к.б.н. Бойка О.А.

 (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

2022

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет біологічний

Кафедра генетики та рослинних ресурсів

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 091 Біологія

Освітня програма Генетика

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри генетики та рослинних ресурсів

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.О. Лях

«15» вересня 2021 року

**З А В Д А Н Н Я**

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Єгорову Михайлу Сергійовичу\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Тема роботи «Генетичні ресурси редьки олійної та їхнє використання в селекційній роботі» Genetic resources of oil radish and their use in breeding

керівник роботи Лях Віктор Олексійович, д.б.н, професор

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

затверджені наказом ЗНУ від « 07 » липня 2022 року № 834-с

1. Строк подання студентом роботи листопад 2022 року\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_
2. Вихідні дані до роботи літературний огляд за темою, результати польового досліду та біохімічного аналізу
3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) дослідити мінливість ознак габітусу у досліджуваних генотипів редьки олійної; встановити прояв господарсько цінних ознак у редьки олійної; виявити вміст білка і олії в насінні досліджуваних генотипів редьки олійної; визначити особливості жирнокислотного складу олії досліджуваних генотипів редьки олійної
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень) містить: 6 таблиць, 8 рисунків.

1. Консультанти розділів роботи

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Розділ | Прізвище, ініціали та посадаконсультанта | Підпис, дата |
| завданнявидав | завданняприйняв |
| 4 | Полякова І. О., д.с.-г.н., професор |  |  |

1. Дата видачі завдання\_15 вересня 2021\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_
	* + 1. **КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
| 1 | Опрацювання літературних та інформаційних джерел за темою кваліфікаційної роботи | Жовтень-листопад 2021 року | Виконано |
| 2 | Оформлення розділу Огляд наукової літератури | Листопад-грудень 2021 року | Виконано |
| 3 | Оформлення розділу «Матеріали та методи дослідження» | Січень-лютий 2022 року | Виконано |
| 4 | Проведення дослідів та аналіз отриманих експериментальних даних | Березень-жовтень 2022 | Виконано |
| 5 | Оформлення експериментальної частини, формування кваліфікаційної роботи | Вересень-листопад 2022 року | Виконано |
| 6 | Підготовка матеріалів до захисту, попередній захист кваліфікаційної роботи | Грудень 2022 | Виконано |

Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М. С. Єгоров

 (підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В. О. Лях

(підпис) (ініціали та прізвище)

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О. А. Бойка

 (підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота виконана на 42 сторінках друкованого тексту, містить 6 таблиць та 8 рисунків. Під час написання роботи було використано 30 літературних джерел, одне з них іноземною мовою.

Об’єктом дослідження були три генотипи редьки олійної, серед яких сорт Факел.

Актуальність роботи. Редька олійна − перспективна хрестоцвіта олійна культура, однак, мало вивчена і слабко описана в науковій літературі, що стримує проведення спрямованих генетичних досліджень з вивчення успадкування господарсько-цінних ознак та створення нових продуктивних сортів цієї культури.

Мета даної роботи полягала у комплексному аналізі нових ліній редьки олійної і порівнянні їх з сортом-стандартом за низкою господарсько-цінних ознак і виявлення найбільш перспективних для подальшої генетико-селекційної роботи.

При виконанні роботи користувалися методами спостереження, лабораторними методами, статистичної обробки даних, аналізом даних та наукової літератури.

В результаті роботи було досліджено дві нові лінії редьки олійної з чіткими маркерними морфологічними ознаками забарвлення квітки. Виявлено мінливість ознак габітусу та біохімічних ознак насіння у досліджуваних генотипів редьки олійної. Встановлено, що найбільший вміст в редьковій олії мала олеїнова кислота від 32,91 до 35.78 %, а найбільшу мінливість мала ерукова кислота. Встановлені взаємозв'язки між проявом ознак габітусу можна використовувати для підвищення ефективності генетичної та селекційної роботи з цією олійною культурою.

Практична значимість. На основі дослідів та проведеного огляду наукової літератури зазначено перспективність редьки олійної як нової цінної культури і пропонується ширше впроваджувати її у виробництво як «нішеву» культуру.

РЕДЬКА ОЛІЙНА, ГЕНОТИП, МОРФОЛОГІЧНА ОЗНАКА, ГАБІТУС, ВИСОТА, КІЛЬКІСТЬ ГІЛОК, ВАГА НАСІННЯ, МАСА 1000 НАСІНИН, ВМІСТ ОЛІЇ, ВМІСТ БІЛКУ, ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ОЛІЇ, МІНЛИВІСТЬ ОЗНАКИ

ABSTRACT

The thesis consists of 42 pages of printed text, contains 6 table and 8 figures. During the writing of the work, 30 literary sources were used, one of them in a foreign language.

The object of the study were three genotypes of oil radish, including the Torch variety.

Relevance of work. Oil radish is a promising cruciferous oil crop, however, it is poorly studied and poorly described in the scientific literature, which hinders the conduct of directed genetic research on the study of the inheritance of economic and valuable traits and the creation of new productive varieties of this crop.

The purpose of this work was to conduct a comparative analysis of new lines of oil radish and compare them with the standard variety according to a number of economic and valuable traits and to identify the most promising ones for further genetic selection work.

When performing the work, observation methods, laboratory methods, statistical data processing, data analysis, and scientific literature were used.

As a result of the work, two new lines of oil radish with clear marker morphological signs of flower color were studied. Variability of habit traits and biochemical traits of seeds in the investigated genotypes of oil radish was revealed. It was found that oleic acid had the highest content in radish oil from 32.91 to 35.78%, and erucic acid had the highest variability. Established interrelationships between the manifestation of habit traits can be used to improve the efficiency of genetic and selection work with this oil crop.

Practical significance. On the basis of experiments and a review of the scientific literature, the perspective of oil radish as a new valuable crop is indicated and it is proposed to introduce it more widely into production as a "niche" crop.

OIL RADISH, GENOTYPE, MORPHOLOGICAL CHARACTER, HABITUS, HEIGHT, NUMBER OF BRANCHES, WEIGHT OF SEED, WEIGHT OF 1000 SEEDS, OIL CONTENT, PROTEIN CONTENT, FATTY ACID COMPOSITION OF OIL, CHARACTER VOLATILE

ЗМІСТ

[ВСТУП 9](#_Toc90102084)

[1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ 12](#_Toc90102085)

[1.1. Біологічні особливості редьки олійної 1](#_Toc90102086)4

[1.2. Агротехніка вирощування культури 1](#_Toc90102087)5

[1.3. Генетична та селекційна робота з редькою олійною 1](#_Toc90102087)6

[1.4. Методи та напрями селекції олійних культур](#_Toc90102089) 20

[2. Матеріали та методи дослідження 2](#_Toc90102109)3

[2.1. Обробка вихідного матеріалу 2](#_Toc90102110)3

[2.1.1 Методика оцінки господарсько цінних ознак 2](#_Toc90102111)3

[2.2 Спостереження та обліки 2](#_Toc90102112)4

[2.3 Біометрія 2](#_Toc90102112)4

[2.4 Документація, запис, обробка експериментальних даних . 2](#_Toc90102138)4

[3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА . 2](#_Toc90102138)6

[4. ОХОРОНА ПРАЦІ 3](#_Toc90102144)3

[ВИСНОВКИ 3](#_Toc90102145)8

[ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ](#_Toc90102146) 39

[ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 4](#_Toc90102147)0

# ВСТУП

Україна за обсягом виробництва олії займає одне з провідних місць в Європі. Посівні площі олійних культур у нашій державі сягають 1,8 млн. га, при цьому найбільші площі займає соняшник (близько 96 %). Відомо, що рослинні жири можна екстрагувати майже з 300 видів рослин. Рослинну олію використовують у харчовій, кондитерській, консервній, маргариновій а також у лакофарбовій, текстильній, шкіряній промисловості. Відходи їх переробки, макуха і шрот, а також саме зерно, є цінним концентрованим кормом для тварин [1].

Важливою умовою збільшення виробництва олійних культур є різке зростання потреби в рослинних оліях. Як продукт харчування за медико-біологічною оцінкою, вони набагато корисніші й безпечніші для людського організму, ніж жири тваринного походження. Споживання рослинних жирів на душу населення подвоїлося. У країнах Європейської співдружності (ЄС) на одну людину використовують в рік по 41 кг олії, в середньому в світі — 15,7 кг [2].

Для нашої держави перспективним напрямом розвитку виробництва олійних культур на сучасному етапі є збільшення їх валового збору за рахунок підвищення врожайності, застосування енерго- і ґрунтозберігаючих технологій, упровадження сучасних сортів і гібридів рослин без розширення посівних площ та розширення видового різноманіття олійних культур.

Редька олійна (*Raphanus sativus* var. *oleifera* Metzg). – перспективна культура, яку можна ефективно вирощувати в Україні. Це однорічна рослина сімейства хрестоцвітих, яка використовується як олійна, сидеральна, кормова та медоносна культура. Насіння містить до 50 % олії, яку використовують на різноманітні цілі, у тому числі для виробництва біопалива.

Вона цінується за здатність швидко (майже як гірчиця біла) відростати і нарощувати відносно велику масу в холодний період і тому пропонується як сидерат. Серед інших хрестоцвітих сидератів відзначається меншою вимогливістю до ґрунтів і сталістю врожаїв. Коренева система рослини настільки сильна і так глибоко проникає в ґрунт, що може піднімати всі потрібні для її зростання компоненти, сильно розпушуючи і збагачуючи верхні шари. Добре переносить пізній посів. Використовується в зонах нестабільного землеробства.

Редька активно оздоровлює ґрунт. Наявність у всіх частинах редьки ефірних олій служить профілактичним засобом від нагромадження шкідників (дротяники) і грибкових хвороб (ризоктоніозу, парші картоплі), пригнічує нематоду (крім бурякової). Покращує умови життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів, при розкладанні служить їм кормом. Це, в свою чергу, призводить до зменшення захворюваності рослин та підвищенню врожаїв. Ефективно пригнічує розвиток бур'янів.

Редька олійна перспективна як кормова культура, тому що забезпечує високий врожай зеленої маси – 300–700 ц/га. Укісна стиглість її настає через 45–50 днів, насіння достигає через 90–105 днів після сівби. Навіть у післяукісних і післяжнивних посівах формує до 300 ц/га високобілкової маси. У 100 кг зеленої маси міститься 12–16 к. о., 12–14 % сухої речовини, 26–29 % сирого протеїну, вона багата на мінеральні сполуки.

Медоносні якості редьки олійної також загальновизнані. Головна їхня перевага – виділення нектару навіть у холодну погоду. Взагалі хрестоцвіті культури забезпечують медозбір у той період, коли інші медоноси ще не почали цвітіння або вже закінчили. Медопродуктивність у середньому становить 120–180 кг/га. Мед дуже густий, швидко кристалізується.

Метою даної роботи було проведення порівняльного аналізу мінливість ознак у різних генотипів редьки олійної і виявити їх перспективність для подальшої роботи.

Згідно цієї мети було встановлено наступні завдання:

1. Дослідити мінливість ознак габітусу у досліджуваних генотипів редьки олійної;
2. Встановити прояв господарсько цінних ознак у редьки олійної;
3. Виявити вміст білку і олії в насінні досліджуваних генотипів редьки олійної;
4. Визначити особливості жирнокислотного складу олії досліджуваних генотипів редьки олійної.

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Олійні культури − група рослин, які обробляють заради отримання жирних олій, придатних для харчових і технічних цілей.

Олійні культури вирощують майже в усіх країнах світу, проте у кожній з країн є своя провідна олійна культура. Світова посівна площа олійних культур, включаючи сою, становить понад 100 млн га, а світове виробництво олій – близько 70 млн т. [3].

Важливою умовою збільшення виробництва олійних культур є різке зростання потреби в рослинних оліях. Як продукт харчування за медико-біологічною оцінкою, вони набагато корисніші й безпечніші для людського організму, ніж жири тваринного походження.



Рисунок 1 – Виробництво основних олійних та зернових культур у Світі, млн. т. [4]

В Україні основними олійними культурами є : соняшник, соя і ріпак.



Рисунок 2 − Виробництво основних олійних культур в Україні, млн. т [4]

За останні десятиріччя сільське господарство зазнало величезних змін у результаті як технічного прогресу так і зміни людських потреб підвищення попиту на рослинні види олії що зростає у всьому світі і проблеми зміни клімату що стали незаперечним фактом ставлять перед нами завдвння в сфері пошуку нових **напрямків підвищення урожайності.**

**Одним з таких напрямків є: в**икористання нових високоврожайних сортів і гібридів, та розвиток малопоширених олійних культур і впровадження у виробництво культур, не потребуючих освоєння високозатратних технологій.

За даними Інституту олійних культур НААН України до 2025 року площі посіву малопоширених олійних культур будуть складати: льону олійного – 75,0 тис. га, гірчиці – 120,0 тис. га, рижію – 6,0 тис. га, сафлору – 5,5 тис. га, кунжуту – 1,0 тис. га [5].

Перспективною в плані поширення і подальшої селекційної роботи є редька олійна.

1.1 Біологічні особливості редьки олійної

У сучасному рослинництві редька олійна є відносно новою культурою. З середини 70-х років вона використовувалась лише як кормова культура.

Та в останні роки створені низькоерукові сорти, що придатні для виробництва олії, редьку також вирощують як олійну, сидератну, технічну, медоносну та кормову рослину.



Рисунок 3 – Зовнішній вигляд редьки олійної (*Raphanus sativus* var. *oleifera* Metzg)

Редька олійна − це цінна рослина сімейства хрестоцвітих. Стебла прямі, гіллясті, сильно вилягають, зелені, іноді з антоціаном, опушені, висотою до 120 см. Листя перистороздільні, ліроподібні, зелені, сильно опушені. Суцвіття - пухка кисть. Квітки невеликі. Забарвлення віночків різноманітне, з різними відтінками: біле, світло-бузкове, блідо-фіолетове, рожеве. Цвітіння розтягнуте. Плід – стручок: циліндричний, подовжено-овальний, загострений, з потовщеними стінками. Насіння округло-овальне, червоне. Маса 1000 насінин 8-12 г [6].

Однорічна рослина. Утворює велику зелену масу, яка, при закладенні в ґрунт розкладається і збагачує ґрунт комплексом мікроелементів та поживних речовин, очищає від збудників хвороб, шкідників і активно пригнічує нематоди [7].

1.2 Агротехніка вирощування культури

Редька олійна є рослиною довгого дня, скоростигла, холодостійка, відрізняється інтенсивним зростанням. Насіння починає проростати при температурі 2-3°С, поява сходів відзначається при 7-8°С. Сходи переносять заморозки до -3, -4 ° С, а дорослі рослини - при нижчій температури, не припиняючи вегетації. До ґрунтів відносно невибаглива. Рослина легко пристосовується до різних ґрунтово-кліматичних умов, добре росте практично на будь-яких ґрунтах (глинистих, піщаних тощо). Переносить невелику кислотність. Редьки олійної не страшні ні посуха, ні тривала негода, ні осінні снігопади. Добре відгукується на органічні та мінеральні добрива. У 100 кг зеленої маси міститься до 2.5 кг сирого протеїну [7].

Редька олійна швидко росте, глибоко укорінюється, дуже добре переносить пізній посів. Це культра що використовується як зелене добриво, а в зонах нестабільного землеробства − і як кормова рослина. Інтенсивне зростання редьки сприяє швидкому змиканню посівів. Висівають редьку олійну в різні терміни починаючи з травня і по вересень (ранній, поукосний, пожнивний), суцільним рядковим способом з нормою висіву 18-25 кг/га, а в змішаних посівах на корм або сидерат може бути знижена від 50 до 70%. Оптимальна глибина загортання насіння 2-3 см. Обов'язковий прийом - коткування ґрунту до і після посіву.

Вона чутлива на внесення органічних та мінеральних добрив, особливо на бідних ґрунтах. У розрахунку на 1 т зеленої маси редька олійна виносить із ґрунту (в кг): азоту − 2,7-3,6; фосфору − 0,9-1,1; калію − 3,1-3,4; кальцію − 1,8-2,1. При внесенні NPK, NP чи NK урожайність зеленої маси зростає у 1,5-2 рази, а насіннєва продуктивність – на 15-20%. Гній (30-40 т/га) рекомендується вносити лише під кормові посіви. Ця культура вологолюбна, особливо під час появи сходів та в період цвітіння-плодоутворення і водночас негативно реагує на надмірне зволоження ґрунту [8].

1.3 Генетична та селекційна робота з редькою олійною

Генетичне розмаїтість рослин одна із найважливіших ресурсів виробництва продовольства і ведення сільського господарства.

Упродовж тисяч років люди використовували генетичні ресурси рослин для виробництва продовольства та сільськогосподарської продукції,У сучасному світі місцеві сорти і сорти фермерів забезпечують генетичну різноманітність, яка лежить в основі значної частини сучасної селекційної роботи.

До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні занесено 10 сортів редьки олійної

Редька олійна є важливим об’єктом селекційної роботи що активно використовується як вітчизняними так і зарубіжними вченими

Робота з селекції редьки олійної проводиться в основному в напрямамі створення сортів технічного використання та створення сортів з більш високою пластичністю і стійкістю проти певних збудників захворювань.

Залучення диких видів, що відрізняються значною різноманітністю багатьох ознак через міжвидову гібридизацію, – досить актуальний напрямок селекційної роботи. Через що активно проводяться експедиції з зі збору зразків генетичних ресурсів культурних і дикорослих рослин серед яких є і редька олійна збираються зразки генофонду (насіння і садивного матеріалу) [9].

Так приводяться такі данні: насіннєва продуктивність редьки висока – 20-25 ц/га. Залежно від фор мового та сортового різноманіття редьки олійної вміст олії в її насінні змінюється від 37 до 42%. Високий вміст олії в насінні та відповідна урожайність забезпечують отримання значного виходу олії з одиниці площі – від 874 до 1291 кг/ га. Високим вмістом олії в насінні вирізняються сорти Либідь та Кияночка і форма ЕОРДОФЛ-3, виходом олії – ті ж самі сорти та форма ЕОР- ДОФЛ-1. Вміст енергії в олії редьки залежить від формових і сортових особливостей рослин та змінюється від 9444 до 9639 ккал/кг. Завдяки високому виходу олії та її калорійності забезпечується великий вихід енергії з одиниці площі: від 8,36 до 12,44 Гкал/га. Серед досліджуваних зразків найвищим вмістом енергії в олії відзначилися сорти Кияночка та Райдуга, а загальним виходом з одиниці площі – знову ж таки сорт Кияночка та форма ЕОРДОФЛ-1 [10].

Таблиця 1 – Вихід олії з насіння різних генотипів редьки олійної [10]



Активно проводяться дослідження з визначення жирнокислотного складу олії редьки масличної для подальшого його поліпшення .

Таблиця 2 – Жирнокислотний склад олії з насіння різних генотипів редьки олійної [10]



Також важливим питанням при роботі з редькою олійною є зберігання насіння так як з часом олійні культури швидко втрачають життєздатність у неконтрольованих умовах. Що пов’язано з ліпідами перекисного окислення та іншими біохімічними процесами, що призводять до руйнування мембран, у тому числі мітохондріальних. Існує зв'язок між змінами перекисного окислення ліпідів та активності ферментів у насінні, Високий вміст малонового діальдегіду, маркеру перекисного окислення ліпідів, і глутатіон, який має антиоксидантну дію що призводить до втратаи життєздатності насіння впід час тривалого зберігання

Високий рівень ерукової кислоти , перешкоджає використанню олій в харчовій промисловості. Та робить цю олію ідеальним кандидатом для промислового застосування [12].

Проведенний техніко-економічний аналіз економіки виробництва біодизеля з редьки на фермі показав економічну доцільність системи [13].

1.4 Методи та напрями селекції олійних культур

Індивідуальний добір як метод селекції полягає у доборі і розмноженні потомства окремих відібраних рослин. Головною метою добору є розвиток і закріплення певних потрібних ознак. Добір як метод селекції є масовий і індивідуальний [14].

Масовий добір буває може бути одно- і багаторазовим та поділяється на негативний і позитивний. Негативний масовий добір полягає у видаленні із популяції небажаних рослин. Це найпримітивніший, малоефективний метод селекції, який в науковій селекції використовується мало.

Позитивний масовий добір полягає в доборі відносно невеликої частини найкращих рослин (5-15%) за фенотипом і їх розмноженні.

Індивідуальний полягає у доборі і розмноженні потомства окремих відібраних рослин. Це дає можливість у самозапилювачів розділити вихідний місцевий чи навіть не константний селекційний сорт на гомозиготні лінії з виділенням і розмноженням кращих за бажаними цінними ознаками [15].

Рисунок 4 – Методи селекції олійних культур

Гібридизація у селекції олійних культур використовується надзвичайно широко. При цьому схрещують організми, що відрізняються спадковістю, тобто одній і більше парами алелів генів, а отже одним або декількома зовнішніми ознаками. Цей [метод селекції](http://beaplanet.ru/selekcyya_roslin/metodi_selekcy_roslin.html) включає інбридинг (внутрішньовидову гібридизацію) і аутбридинг (віддалену, або міжвидову гібридизацію) [16].

Мета використання віддаленої гібридизації (аутбридинга) - одержання сортів рослин, які мають цінні врожайні властивості, стійкі до захворювань і шкідників. Вдалими прикладами схрещування різних видів рослини служать міжвидові гібриди соняшнику, що відрізняються імунітетом до паразитів і хвороб та містять більше 50% олії в насінні

Рисунок 5 – Напрями селекції олійних культур

Мутагенез − процес виникнення або штучного одержання успадковуваних змін у геномах осіб, які проявляються через зміни у фенотипах. Мутагенез є наслідком пошкодження у молекулах ДНК, пошкоджень хромосом або порушень процесів поділу клітин.  Штучний мутагенез залежить від дози і концентрації чинника (мутагена), тривалості

його дії, наявності систем репарації пошкоджень у генетичному матеріалі (ДНК), а також відповідності мутацій конкретним умовам середовища (адаптивні мутації). Неспрямований мутагенез Методом неспрямованого мутагенезу до послідовності ДНК вносяться зміни з певною ймовірністю. Мутагенними факторами можуть бути різноманітні хімічні і фізичні впливи – мутагенні речовини, ультрафіолет, радіація. Спрямований мутагенез. При спрямованому (сайт-специфічному) мутагенезі зміни у ДНК вносяться у наперед відомий сайт. Широко використовується у селекції олійних культур.

2. Матеріали та методи дослідження

2.1 Обробка вихідного матеріалу

Матеріал, який є у розпорядженні селекціонера, необхідно оцінити за тими ознаками і властивостями, на які ведеться селекція. Для цієї мети закладають польові досліди, а також проводять лабораторну оцінку кількості й якості продукції [17].

2.1.1 Методика оцінки господарсько цінних ознак

Урожайність. У всіх категоріях розсадників урожай враховують шляхом суцільного збирання та обмолоту рослин з облікової частини ділянок, виключаючи вимочки, механічні пошкодження, фузаріозні плями. Слідом за зрізанням рослини зв'язують шпагатом у снопи діаметром 20-25 см і складають в бабки.

У селекційних розсадниках першого і другого років вивчення, в ПСВ і в розсаднику вихідного матеріалу рослини збирають, зрізаючи серпом, зв'язують шпагатом з підписаною етикеткою в один або декілька снопів. Снопи обмолочують вручну.

Зважування врожаю проводиться разом з очищенням. У конкурсному і попередньому сортовипробуванні в двох повтореннях (зазвичай в 1-ій і 3-й) відбирають проби насіння для визначення вологості (по 2 проби в бюкси) і з кожної ділянки - в пергаментні пакети по 300-400 г насіння для лабораторних аналізів [18].

2.2 Спостереження та обліки

Фенологічні спостереження. У редьки олійної при фенологічних спостереженнях визначають: дату посіву, повні сходи (75%), цвітіння (50 %), повне дозрівання (75 %) і дату збирання. Початок настання фаз не визначають, оскільки різниця між початком і повним настанням фази незначна – один-два дні [19]

2.3 Біометрія

На дослідних ділянках відбирають 10 рослин, у яких вимірюють висоту рослин, кількість гілок, збирають з них насіння.

Висоту рослин визначають вимірюванням рослин від кореневої шийки до останнього стручка або квітки [20].

2.4 Документація, запис, обробка експериментальних даних

Для правильного розуміння і наукового пояснення результатів досліджень, зберігання і публікації експериментальних даних необхідно ретельно вести первинну документацію.

Посівні відомості складають при підготовці до сівби на всі селекційні розсадники. В них занотовують порядковий номер зразка, його походження і номер, під яким він відмічений в журналі. Порядкові номери селекційних зразків записують наростаючим підсумком від «старших» розсадників до «молодших». Таке розміщення їх дає можливість швидко знайти номер, а також дізнатися, де він висівався в попередньому році. Така ж закономірність в записі селекційних номерів дотримується і в інших первинних документах.

Журнал фенологічних спостережень призначений для спостереження за фазами розвитку рослин редьки олійної. Прийнято відзначати дати сходів, цвітіння, дозрівання. Крім того, в цьому журналі враховують і відмічають тривалість вегетаційного періоду, забарвлення квіток, вилягання рослин.

Польовий журнал є первинним допоміжним документом. У цьому журналі на підставі візуальної оцінки селекційних зразків дають короткий опис основних позитивних якостей найцікавіших номерів і проводять оцінку їх в балах [21].

При виконанні дипломної роботи було застосовано такі методи дослідження:

1) визначення олійності за ГОСТ 10857-64 Семена масличные.

2) визначення жирнокислотного складу олії методом газорідинної хроматографії за ГОСТ 30418-96;

Аналізи зразків проводили в лабораторії біохімії та масових аналізів Інституту олійних культур НААН.

# 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Метою наших досліджень було вивчити прояв морфологічних ознак у рослин редьки олійної та виявити серед досліджуваних зразків ті, що мають кращі господарські ознаки. Вивчалися такі ознаки, як «висота рослин», «тривалість вегетаційного періоду», «маса тисячі насінин», «олійність».

Об'єктом досліджень були два нових зразка редьки олійної та сорт запорізької селекції Факел, який занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2008 року (оригінатор Інститут олійних культур НААНУ, м. Запоріжжя).

Для дослідження були обрані два зразки, які відрізнялися від сорту контролю забарвленням квітки. Забарвлення всієї квітки та її частин, забарвлення листя або стебла є важливими якісними морфологічними ознаками, які обов’язково враховуються при генетичних та селекційних дослідженнях. Опис досліджуваних зразків наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Відмінності ознак зразків редьки олійної (*Raphanus sativus* var. *oleifera* Metzg.), що вивчались

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Генотип | Походження | Морфологічна ознака |
| Факел | Сорт селекції ІОК НААНУ | Забарвлення квітки бузкове |
| К−48 | Добір з популяції від вільного запилення | Забарвлення квітки біле |
| К −125 | Добір з популяції від вільного запилення | Забарвлення квітки рожеве |

Як видно з наведених даних, досліджувані генотипи відрізнялися за забарвленням квітки. Для сорту Факел характерним є бузкове забарвлення, для лінії К−48 – біле, а для К−125 – рожеве. За іншими морфологічними ознаками ми не виявили суттєвих відмінностей між генотипами.

Посів насіння проводився у двох повтореннях за схемою приведеною на рисунку 3.1.

 Зразок №1 Зразок №2 Зразок № 3 Зразок № 1 Зразок №2.і т.ін.



Рисунок 3.1 − Схема посіву насіння редьки олійної на експериментальній ділянці, де зразок 1 – лінія К-48, зразок 2 – лінія К-125, зразок 3 – сорт Факел (контроль)

Досліди закладали згідно з „принципом єдиної відмінності", а саме: посів в один день на одній ділянці землі, у двох повтореннях з чергуванням систематичним методом. Завдяки цьому всі зразки були в однакових умовах, що зводить до мінімуму можливість похибки результатів через різного роду кліматичні, погодні, ґрунтові чи інші фактори, що могли б вплинути на ріст та розвиток рослин, і, як наслідок, на результати експерименту.

Догляд за рослинами та збирання проводили за загальноприйнятою методикою.

Отримані результати наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Прояв ознак габітусу та продуктивності у досліджуваних генотипів редьки олійної (*Raphanus sativus* var. *oleifera* Metzg.), 2022

|  |  |
| --- | --- |
| Ознака |  Генотип |
| К−48  | К−125 | Факел(контроль) |
| Тривалість вегетаційногоперіоду, діб | 108,4 ± 1,5\* | 102,5 ± 2,4 | 100,2 ± 2,5 |
| Висота, см. | 97,6 ± 4,8\*\* | 85,2 ± 4,3 | 87,4 ± 5,0 |
| Кількість гілок на 1 рослині, шт. | 3,1 ± 0,5\*\* | 3,8 ± 0,7\* | 4,2 ± 0,4 |
| Вага насіння з 1 рослини, г. | 0,79 ± 0,06\*\* | 0,82 ± 0,09\* | 0,88 ± 0,05 |
| Маса 1000 насінин, г. | 11,9 ± 0,26 | 12,4 ± 0,24\* | 11,7 ± 0,17 |

З даних таблиці 3.2 видно, що зразки відрізняються за низкою ознак. Так, лінії К-125 та К-48 мали більш тривалий період вегетації на 2,3 та 8,2 діб. Однак суттєвими відмінності були тільки у лінії К-48.

За висотою лінія К-125 хоча і була дещо нижчою за контроль. Але ці відмінності не були суттєвими. А от лінія К-48 виявилася значно вищою за контроль, а перевищення склало 10,2 см.

Як відомо, ознаки висота та кількості гілок на рослині, зазвичай, знаходяться в кореляційній залежності. Саме цим ми пояснюємо суттєве зменшення кількості гілок до 3,1 шт. у лінії К-48. Найбільша кількість гілок відзначена у сорту Факел і складала 4,2 шт.

Вага насіння на рослині є важливою ознакою для визначення продуктивності досліджуваного зразка. Найбільші показники ваги насіння з однієї рослини 0,88 г мав сорт Факел. Нові лінії мали суттєво нижчі показники цієї ознаки 0,79 г та 0,82 г відповідно.

Ознаки „кількість гілок” та „вага насіння з однієї рослини” знаходяться в прямому кореляційному взаємозв'язку, саме тому найвищі показники має сорт Факел. На нашу думку, необхідно ще перевірити нові лінії за іншими схемами посіву. Можливо при більш щільному розташуванні рослин на площі посіву дані генотипи виявлять вищі показники продуктивності.

Як відомо з досліджень з іншими хрестоцвітими олійними культурами, показник маси тисячі насінин мало залежить від схеми посіву. За цим показником лінії К-48 та К-125 суттєво переважають сорт-контроль. Перевищення складало у лінії К-48 0,2 г, а у лінії К-125 навіть 0,7 г. Для дрібнонасінних культур, до яких відносять і редьку олійну, маса насіння є важливою ознакою. Тому в селекційних програмах постійно намагаються підвищити цей показник.

При генетичних та селекційних дослідженнях олійних культур завжди надають великої уваги вивченню біохімічних ознак насіння, а саме : вміст білку та олії та якісні показники олії. Нами проведено вивчення цих ознак на базі лабораторії біохімічних аналізів Інституту олійних культур НААНУ.

Результати наведено в таблицях 3.3, 3.4 та на рис. 3.1

Як видно з отриманих даних, найбільший вміст олії 42,1 % мала лінія К−125. Вона суттєво перевищила сорт-контроль Факел, перевищення склало 1,9%. А лінія К-48 мала найнижчі значення серед досліджуваних генотипів, які складали 36,4%.

Таблиця 3.3 – Прояв біохімічних ознак насіння у досліджуваних генотипів редьки олійної (*Raphanus sativus* var. *oleifera* Metzg.), 2022

|  |  |
| --- | --- |
| Ознака |  Генотип |
| К−48  | К −125 | Факел(контроль) |
| Вміст олії, % | 36,4 ± 0,37\* | 42,1 ± 0,38\* | 40,2 ± 0,44 |
| Вміст білку, %. | 37,6 ± 0,28\* | 35,2 ± 0,23 | 34,7 ± 0,29 |

Рисунок 3.1 – Вміст олії та білку в насінні досліджуваних генотипів редьки олійної, %, 2022

Показники вмісту білку в насінні редьки олійної мали зворотну тенденцію. Найвищі значення виявлено у лінії К-48 – 37,6%, що на 2,9% вище ніж у сорту-контролю Факел.

Селекція на змінений жирнокислотний склад олії успішно проводиться з різними олійними культурами. Олія редьки олійної містить 5 основних жирних кислот: пальмітинову, стеаринову, олеїнову, лінолеву, ліноленову, ерукову (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Жирнокислотний склад насіння досліджуваних генотипів редьки олійної (*Raphanus sativus* var. *oleifera* Metzg.), 2022

|  |  |
| --- | --- |
| Кислота |  Генотип |
| К−48  | К−125 | Факел(контроль) |
| Пальмітинова, % | 8,49 ± 0,37\* | 8,70 ± 0,18 | 9,20 ± 0,24 |
| Стеаринова, % | 7,68 ± 0,28 | 9,20± 0,13\* | 8,70 ± 0,19 |
| Олеїнова, % | 35,78 ± 0,31\* | 32,91 ± 0,17 | 33,32 ± 0,31 |
| Лінолева, % | 22,04 ± 0,27 | 20,03 ± 0,36 | 21,35 ± 0,17 |
| Ліноленова, % | 16,21 ± 0,24 | 14,05 ± 0,29 | 15,05 ± 0,40 |
| Ерукова,% | 9,80 ± 0,19\* | 15,11 ± 0,25\*\* | 12,38 ± 0,22 |

Рисунок 3.2 – Особливості жирнокислотного складу олії досліджуваних зразків редьки олійної, %, 2022

Нами виявлено, що найбільший вміст в редьковій олії мала олеїнова кислота від 32,91 до 35.78 %. Достатньо великий вміст лінолевої від 20,03 до 22,04% та ліноленової кислот від 14,05 до 16,21%. Ерукова килота мала значення від 9,8 до15,11 %, пальмітинова від 8,49 до 9,0 %, а стеаринова – від 7,68 до 9,20%.

В цілому досліджувані зразки мали подібний вміст окремих жирних кислот. Найбільшу мінливість мала ерукова кислота.

Основними напрямами в селекційній роботі з редькою олійною є селекція на врожайність (створення високоврожайних сортів, що забезпечують високий збір олії з гектара). Однак різноманіття селекційного матеріалу для створення нових сортів на разі є недостатнім. Крім того достатньо суперечливими є описання особливостей прояву різних кількісних ознак та їх взаємозв'язку з врожайністю у цієї олійної культури. Тому продовження вивчення генетичних ресурсів редьки олійної та їхнє впровадження в практичну селекційну роботу є дуже перспективним.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Знання, отримані з курсу «Охорона праці» я застосовував при виконанні експериментальної частини моєї кваліфікаційної роботи, яка проводилась в лабораторії фізіології рослин та генетики на кафедрі генетики та рослинних ресурсів. Рослинний матеріал для виконання експериментальної частини моєї дипломної роботи було вирощено мною на дослідній ділянці на полях Інституту олійних культур Національної академії аграрних наук України.

Тема моєї дипломної роботи «Генетичні ресурси редьки олійної та їхнє використання в селекційній роботі». Оскільки практичне виконання моєї дипломної роботи потребувало роботи з хімічними реактивами, скляним посудом, а статистична обробка отриманих результатів вимагала роботи з комп‘ютерною технікою, то питанням безпечного виконання зазначених робіт я присвятив даний розділ [17, 18].

При проведені польових досліджень ймовірними є такі небезпечні випадки: пошкодження зв’язок, вивихи, тепловий удар, сонячні опіки, порізи шкіри.

Для запобігання їх небезпечної дії слід дотримуватися наступних правил у виборі робочого одягу, часу проведення робіт:

 одяг повинен бути щільним і зручним, але з гарною вентиляцією влітку, для запобігання теплового удару, бажано нейтрального відтінку; обов’язкова наявність головного убору (світлого кольору з полями); рекомендовано штани заправляти у взуття для зменшення вірогідності укусу комах, мати високе взуття на низьких підборах, належного розміру, спортивного типу (для запобігання вивихів, появи мозолів); одяг повинен повністю прикривати ноги, тулуб, бути належного розміру і час від часу має перевірятися;

уникати роботи в період масового цвітіння рослин, які можуть викликати алергію;

мати при собі аптечку: бинт, вату, розчин йоду, перманганат калію, стрептоцид, валідол, аспірин, знеболюючий засіб (темпалгін, ношпа), вазелін, пінцет, рослинна олія та інші препарати (за необхідністю), також питну воду та хустинки [17, 18].

Під час виконання моєї дипломної роботи освітлення в лабораторії було достатнім (300-400 люкс), що відповідає вимогам СНіП 11-4-79 «Природне та штучне освітлення. Норми проектування» [18,19].

Вологість повітря коливалася у межах 40-75 % і залежала від вологості повітря зовнішнього середовища.

Швидкість переміщення повітря була у комфортних межах (0,25-3 м/с). При роботі під витяжною шафою швидкість руху зростала, але залишалася у межах визначених ДСТом 22360-86 «Шафи демонстраційні, витяжні», ДСТом 12.4.021-75 «Системи вентиляції. Загальні вимоги безпеки». До того ж при роботі чітко виконувались усі вимоги ДСТу 12.01.005-88 «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони» та СНіП 2.04.85-86 «Опалювання, вентиляція та кондиціонування» [20,21, 22].

При роботі в лабораторії я керувався інструкцією з охорони праці при роботі студентів, аспірантів в лабораторіях кафедри ботаніки та генетики рослин та ДНАОП 9.2.301.06-98 «Правила безпеки при проведенні учбово-виховного процесу в кабінетах (лабораторіях) хімії загальноосвітніх учбових закладів» , затверджені наказом Держнаглядохоронпраці України від 16.11.98 № 222. Згідно якої я ніколи не працював в лабораторії один, завжди одягав спеціальний захисний одяг: халат, перчатки та окуляри (при потребі), виконував усі експерименти згідно методик та інструкцій, завжди ретельно перевіряв прилади перед початком роботи та використовував лише чистий посуд та потрібні реактиви.

Реактиви, які були потрібні, використовувались у кількості добової норми. Загальні правила роботи з реактивами відповідали ДСТу 12.1.007-76 «Шкідливі речовини. Класифікація і загальні вимоги безпеки». і ДСТу 12.1.010-76 «Вибухонебезпечність. Загальні вимоги». Хімічні реакції виконував з такою кількістю та концентрацією речовин, в такому посуді та приладах і в таких умовах, як це вказано у відповідних інструкціях. Роботу з концентрованими та випаровуючими речовинами виконувала тільки під тягою у витяжній шафі.

При приготуванні розчинів кислот повільно лив кислоту в воду тонким струменем при безперервному перемішуванні під витяжною шафою, як того вимагають правила роботи з агресивними речовинами. Відпрацьовані реактиви зливав у відповідні ємності – окремо відпрацьовані луги та кислоти [22].

Перед початком роботи я завжди перевіряв непошкодженість скляного посуду та його придатність для виконання даної роботи: якщо дослідження потребувало нагрівання, то я використовував тільки посуд з термостійкого скла. Посуд, в якому проводилася робота завжди був підписаний. Після закінчення роботи посуд споліскувався проточною водою та складався у відповідну ємність для миття посуду. Посуд з нетермостійкого скла використовується переважно для робіт, що не потребують нагрівання [21, 22].

При виконанні моєї роботи мені довелося працювати із електроприладами: центрифугою, термостатом, сушильною шафою, водяною лазнею. Усі мої дії підпорядковувалися вимогам ДНАОП 1.1.10-01.97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів», ДСТу 12.1.019-79 «Електробезпека. Загальні вимоги й номенклатура видів захисту» та ДСТу 12.2.007-75 «Вироби електротехнічні. Загальні вимоги безпеки» . Перед початком роботи прилади перевірялися на справність, перевірялась цілісність дротів та електропилки, проводилась перевірка заземлення (занулення) приладів, для яких це передбачено інструкцією. З усіма приладами я працював у присутності лаборанта або наукового керівника та чітко дотримувалась їх інструкцій та паспортів заводу-виробника. Після закінчення дослідів, а також коли прилад був тимчасово не потрібен він був відключений від електромережі. Використовувалися лише діючі прилади, що пройшли обов’язковий профілактичний огляд та перевірку.

При роботі з центрифугою, вона була розміщена на стійкому важкому столі. Її робота відповідала санітарним нормам вібрації і санітарним нормам допустимості рівня шуму згідно ДНАОП 0.03-3.12-84 «Санітарні норми вібрації робочих місць». Всі електроприлади, які використовувались мною, відповідали правилам устрою електроустановок, правил технічної експлуатації електроустановок споживачів і ДНАОП 0.00-1.21-98 «Правила безпеки експлуатації електроустановок споживачів» [22, 23, 24].

Проведення експерименту супроводжувалось одержанням великої кількості інформації, обробити яку швидко можливо тільки з використанням комп‘ютерної техніки, засіб індикації інформації, я дотримувалась при роботі таких правил:

1. Щоб запобігти шкідливому впливу α, β-частинок, я не сідав до екрану ближче ніж на 50-70 см, знаючи, що на цій відстані частки втрачають свій заряд, чим вони найбільш шкідливо впливають на живі клітини організму. Ці частки мають досить велику іонізуючу здатність. Іонізація живої тканини викликає зміни в ДНК та порушує кінетику їх розвитку. Під впливом іонізуючих випромінювань в організмі гальмується робота кровотворних органів, збільшується крихкість кровоносних судин, знижується опір організму інфекційним захворюванням. На відстані 50-70 см від екрану негативний вплив часинок на ДНК клітин практично відсутній;
2. γ-промені мають велику іонізуючу та проникаючу здатність. Це високочастотні електромагнітні випромінювання, що виникають в процесі гальмування електронів на екрані. Рентгенівські та γ-промені можуть призвести до смертельного наслідку. Прийнявши до уваги викладене, а також той факт, що рентгенівське випромінювання має напрям, зворотній від екрану, я намагався не сідати позаду інших працюючих комп‘ютерів, а якщо і порушував це правило, то сідав на відстані від іншого не менше, ніж на 1,2 м;

Враховуючи, що тривала робота з комп‘ютером призводить до іонізації приміщення „+” та „-” іонами (аеронами), з котрих негативно на стан здоров‘я впливають „+” аерони, я через кожні півтори години робив перерву. В цей час вмикалась примусова вентиляція, яка виносила аероні зоване повітря з приміщення, а замість нього нагніталось свіже. Норма: min аеронів 160, не більше 5 000 в 1 см3. Враховуючи, що робота з комп‘ютером є роботою з тривалим перебуванням в фіксованій позі, я виконував під час перерви фізичні вправи та вправи для очей [25].

ВИСНОВКИ

При проведенні порівняльного аналізу виявлена мінливість ознак габітусу та біохімічних ознак насіння у досліджуваних генотипів редьки олійної.

1. Встановлено, що лінія К-48 була значно вищою за контроль на 10,2 см і мала суттєво меншу кількість гілок (3,1 шт.) та вагу насіння з однієї рослини (0,79 г).

2. Виявлено, що лінії К-125 та К-48 мали більш тривалий період вегетації на 2,3 та 8,2 діб у порівнянні з контролем.

3. Виявлено, що за показником маси 1000 насінин лінії К-48 та К-125 суттєво переважають сорт-контроль на 0,2 г та 0,7 г, відповідно.

4. Найбільший вміст олії 42,1% мала лінія К−125. Вона суттєво перевищила сорт-контроль Факел, перевищення склало 1,9%.

5. Виявлено, що найбільший вміст в редьковій олії мала олеїнова кислота від 32,91 до 35.78 %, а найбільшу мінливість мала ерукова кислота.

6. Виявлені взаємозв'язки між проявом ознак габітусу можна використовувати для підвищення ефективності селекційної та генетичної роботи з цією олійною культурою.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Сподіваємось, що отримані нами результати матимуть інтерес у селекціонерів, генетиків та фахівців. Так як редька олійна, є цінною культурою в системі виробництва олійних культур України, а її насіння має широке застосування в кулінарії, фармацевтиці та медицині, ми пропонуємо ширше її впроваджувати у виробництво як «нішеву» культуру.

Мала вивченість даної культури потребує розробки ефективних підходів, спрямованих на максимальне використання її генетико-біологічного потенціалу.

Отримані в ході досліджень результати можна використовувати при викладанні дисциплін «Ботаніка», «Фізіологія та біохімія рослин», «Теоретичні основи селекції».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво. Київ : Аграрна освіта, 2001. 288 с.

2. Бірта Г. О. Основи рослинництва і тваринництва. Київ : Вища освіта, 2014. 304 с.

3. Станкевич С. C. Чи є альтернатива ріпаку?  Farmer : the Ukrainian. - 2016. № 5. С. 66.

4. Зерновий та олійний ринок: підсумки першого півріччя 2021/22 маркетингового року. URL: http://milkua.info/uk/post/zernovij-ta-olijnij-rinok-pidsumki-persogo-pivricca-202122-marketingovogo-roku

5. Лях В.О., Поляков О.І., Сорока А.І, Ведмєдева К.В., Журавель В.М., Махно Ю.О., Товстановська Т.Г., Буділка Г.І., Шевченко І.А. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні. 2017. 46 с.

6. Цицюра Я. Г. Дослідницька робота на пришкільних ділянках при вивченні природничих наук. *Збірник тез Всеукр. наук.-практ. конф. «Органiчне агровиробництво: освiта i наука*, 2018. С. 59-62.

7. Ушкаренко В.О. *Зрошуване землеробство*. 2010. 300 с.

8. Цицюра Я. Г. Редька олійна. Стратегія використання та вирощування. *Журнал «Агроном», 2015.* № 8. 624 с.

9. Цицюра Я. Редька олійна як сидерат. *Журнал «Пропозиція»*, 2019. № 10. C. 5-6.

10. Кір’ян В.М., Глущенко Л.А., Тригуб О.В., Богуславський Р.Л. Генетичні ресурси культурних і дикорослих рослин центрального лісостепу Україи. *Генетичні ресурси рослин*. 2017. С.11-26 с.

11. Блюм Р.Я., Бойчук Ю.М., Ємець А.І., Рахметова С.О., Блюм Я.Б., Рахметов Д.Б. Порівняльна оцінка жирнокислотного складу олій насіння форм та сортів тифону, редьки олійної і рижію як перспективної сировини для отримання біодизелю. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2016. Том 18. С. 61-66.

12. Ковальчук Ю.О Роль мікродобрив у формуванні урожайності насіння редьки олійної. *Селекція, генетика та технологія сільськогосподарських культур.* 2016. 46 c.

13. Blume R., Rakhmetova S., Rakhmetov D., Blume Y. Fatty acids composition of Raphanus sativus var. oleifera seed oil and analysis of breeding potential of this species as biodiesel source. 2018. 6 с.

14. Молоцький М.Я., Васильківський С.П., Князюк В.І., Власенко В.А. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин. Київ : Вища освіта, 2006. 465 c.

15. Мазур О.В., Мазур О.В., Лозінський М.В. Селекція та насінництво польових культур. Київ : Вища освіта, 2020. 345 c.

16. Журавель В. М., Буділка Г. І. Гібридизація як один із ефективних методів створення вихідного матеріалу для селекції гірчиці. 2015. 70 c.

17. Васильківський С.П., Кочмарський В.С. Селекція та насінництво польових культур. Київ : Аграрна освіта, 2016. 375 с.

18. Мельник С. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Київ, 2016. 115 c.

19. Демидась Г.І., Слюсар І.Т. Нетрадиційні кормові культури. Суми, 2019. 188 c.

20. Ткачик С. О. Методика проведення експертизи сортів рослин групи технічних та кормових на придатність до поширення в Україні. Київ, 2017. 74 с.

21. Смірнова І. В. Основи наукових досліджень в агрономії. Львів, 2014. 86 c.

22. Катренко Л. А. Охорона праці в галузі освіти : навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2001. 339 с.

23. Збірник нормативних актів з охорони праці. Київ, 1996. С. 89.

24. Керб Л. П. Основи охорони праці : навч.-метод. посібник. Київ : Професіонал, 2009. 672 с.

25. Внутрішній контроль охорони праці в навчальних закладах: Все для вчителя. Київ, 1999. № 5. С. 8-11.

26. Масленіков М. М. Охорона праці при обладнанні та експлуатації навчальних кабінетів закладів освіти: Методичні рекомендації. Вінниця : НВК ПРО, 1999. С. 44.

27.Кирич Н. Б. Безпека життя і охорона праці. Київ : Охорона праці, 2000. 568 с.

28. Грибан В. Г. Охорона праці: навч. посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 280 с.

29. Ткачук К. Н., Халімовський М. О., Зацарний В. В., Зеркалов Д. В., Сабарно Р. В., Полукаров О. І., Коз’яков В. С., Мітюк Л. О. Основи охорони праці. Київ : Основа, 2006. 448 с.

30. Збірник нормативних документів з безпеки життєдіяльності. Київ: Основа, 2004. 880 с.