

Міністерство освіти і науки України
Сумський національний аграрний університет

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

КОЛОСОК ВОЛОДИМИР ГРИГОРОВИЧ

УДК 631.53:633.853:631.559

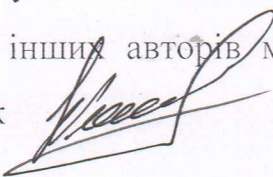
ДИСЕРТАЦІЯ

**ВИДОВІ ТА СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ
ГІРЧИЦІ ТА ЇЇ ЯКОСТІ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

20 – Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 201 «Агрономія»

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне
джерело В. Г. Колосок



Науковий керівник: Мельник Тетяна Іванівна,
кандидат біологічних наук, професор

Суми – 2023

АНОТАЦІЯ

Колосок В. Г. Видові та сортові особливості формування врожаю гірчиці та його якості в умовах Лівобережного Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія». – Сумський національний аграрний університет, Міністерство освіти та науки України, Суми, 2023.

Обґрунтування вибору теми дослідження. Олійно-жировий комплекс є головним сегментом агропромислового комплексу України. З огляду на перенасичення орних земель соняшником упровадження нових видів олійних культур, зокрема гірчиці, на часі. За сучасних змін кліматичних умов визначення особливостей реалізації біологічного потенціалу видів та сортів в умовах конкретного регіону є важливим завданням. Також якість продукції гірчиці залежить як від виповненості насіння, так і від хімічного складу. Слід зазначити, що видові та сортові особливості гірчиці (біла, сиза та чорта) в умовах Лівобережного Лісостепу України не вивчалися. Водночас посилення уваги до здорового харчування все більше переконує людство в необхідності споживання не тільки високоенергетичних продуктів, а й з певним складом жирних кислот та вітамінів. Поліненасичені жирні кислоти гірчиці мають високу біологічну цінність. Організм людини не здатний їх синтезувати, тому їх називають незамінними (есенціальними) жирними кислотами, що підкреслює важливість та актуальність вивчення джерел їх отримання, зокрема видів та сортів гірчиці.

Уперше досліджено видові та сортові особливості формування асиміляційної поверхні та продуктивності рослин гірчиці в умовах Лівобережного Лісостепу України. Визначено показники якості отриманого насіння та його жирнокислотний склад. *Оптимізовано* технологію вирощування гірчиці за рахунок підбору видів та сортів, здатних реалізовувати біологічний потенціал в умовах Лівобережного Лісостепу

України. *Набули подальшого розвитку* питання впливу погодних факторів на формування морфологічних параметрів, структуру врожаю та його якість залежно від видових та сортових особливостей. *Обґрунтовано* економічну та енергетичну ефективність вирощування гірчиці за використання різних видів та сортів.

Практичне значення одержаних результатів. Аграрним формуванням Лівобережного Лісостепу України рекомендовано види та сорти гірчиці, які забезпечили реалізацію біологічного потенціалу: гірчиці білої – 1,59 до 1,85 т/га; гірчиці сарептської – 1,30–1,67 т/га; гірчиці чорної – 1,33–1,45 т/га. Рекомендовані види та сорти гірчиці вирощували у виробничих умовах Лівобережного Лісостепу України, зокрема у ФГ «СК-11» (Сумська область) та ФГ «Родина» (Полтавська область) на загальній площі 64 га. Підтверджено їх економічну ефективність, а саме прибуток – 25320 та 27320 грн/га, та рентабельність 85–88 %.

У дисертаційній роботі представлено теоретичне узагальнення та вирішення наукового завдання щодо оптимізації вирощування гірчиці шляхом підбору видів та сортів для умов Лівобережного Лісостепу України. Досліджувались особливості формування показників структури врожаю насіння та його якості залежно від виду та сорту гірчиці в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Проведено аналіз вітчизняних та світових джерел щодо напрямків використання та перспектив вирощування гірчиці у світі та Україні. Також охарактеризовано сучасні види та сорти гірчиці. Розкрито особливості технології вирощування та тенденції селекційної роботи з гірчицею.

Підтверджено, що багатовекторність використання гірчиці та продуктів її переробки забезпечує сталий попит сировини на внутрішньому та зовнішньому ринках агропродукції. За останні десять років світові посівні площі під гірчицею змінилися в межах від 0,7 до 1,1 млн га. Інтерес виробників до гірчиці характеризується нестабільністю, однак останніми роками почала спостерігатися певна сталість. Зростання попиту на насіння

гірчиці також пов'язане з епідемією коронавірусної хвороби, спричиненою COVID-19. Доведено, що стабільний попит на гірчичне зерно з боку європейських експортерів та внутрішніх споживачів продуктів переробки дозволив їй зайняти важливе місце у структурі олійних культур. Частка українського виробництва насіння гірчиці становить 4 % світового обсягу.

Підтверджено, що ґрунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень є сприятливими для вирощування гірчиці білої, гірчиці сарептської, гірчиці чорної. За результатами розрахунку гідротермічного коефіцієнта було виявлено, що періоди вегетації 2020 та 2021 рр. слід класифікувати як нормальні (ГТК=1,02–1,03), а 2022 р. (ГТК=1,32) як вологий.

Розвиток вегетативної сфери залежав від видових та сортових особливостей. Більш високорослими формувались особини гірчиці сарептської озимої. Меншими показниками відзначалися ярі сорти гірчиці білої (136,2 см) та гірчиці сизої (135,8 см). Розподіл сортів за висотою мав таку послідовність: Романтика (155,0 см); Талісман (147,1 см); Ослава (146,6 см); Біла принцеса (143,9 см); Ретро (145,7 см). Дисперсійний аналіз виявив, що на висоту рослин впливали сортові особливості найбільшою мірою – 58 %; а фактор «погода» – 32 %.

Найбільш розвинену площу асиміляційної поверхні відмічено у сортів гірчиці білої (38,2 тис. м²/га). Дещо менші значення отримали на посівах гірчиці сарептської (34,7 тис. м²/га) та гірчиці чорної (31,7 тис. м²/га). У розрізі сортів цей показник ранжувався від Біла принцеса – 40,9 тис. м²/га; Ослава – 39,6 тис. м²/га; Запоріжанка – 38,2 тис. м²/га; Талісман та Феліція – 37,9 тис. м²/га і найнижчим він був у сорту Пріма – 37,8 тис. м²/га. Дисперсійний аналіз підтвердив, що максимальний вплив на площу асиміляційної поверхні мали видові та сортові особливості – 88 %, тоді як «погодні умови» – 9 %, а інші фактори – лише 3 %.

Індивідуальна продуктивність рослин є головним складником формування майбутнього врожаю. Серед ярих форм у міру зниження

показника сорти ранжувалися: Біла принцеса – 1,32 г; Ослава – 1,25 г; Запоріжанка – 1,2 г; Феліція – 1,2 г; Талісман та Пріма – 1,18 г. Суттєвий недобір індивідуальної продуктивності отримано у сортів Росава – 0,98 г; Вікторія – 0,95 г; Чорнява – 0,93 г. Середні значення маси насіння з однієї рослини визначено у сортів: Росава – 1,0 г; Софія – 1,04 г; Деметра та Підпечерецька – 1,13 г; Ретро – 1,15 г.

Вихід продукції з одного гектара є важливим чинником визначення рівня реалізації біологічного потенціалу виду чи сорту в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. За результатами досліджень найвищу врожайність отримано у сортів гірчиці білої від 1,59 до 1,85 т/га (у середньому 1,69 т/га). У розрізі досліджуваних сортів: Біла принцеса (1,85 т/га); Романтика та Ослава (1,75 т/га); Запоріжанка (1,68 т/га); Феліція (1,67 т/га); Пріма (1,66 т/га), Талісман (1,65 т/га). Зазначимо, що в розрізі досліджуваних видів реалізація біологічного потенціалу від погодних умов різнилась. Так, найвищі рівні врожайності сортів гірчиці білої (1,77 т/га) було отримано у вологий 2022 рік. Сорти гірчиці сарептської та гірчиці чорної реалізували себе в нормальній за зволоженням 2021 рік (1,6 та 1,44 т/га відповідно).

До основних показників якості насіння відносять масу 1000 шт. насінин, вміст олії та жирнокислотний склад. Нами виявлено найвищий показник маси 1000 насінин у Білої принцеси та Запоріжанки (4,9 г), Талісман (4,8 г). Суттєво менші показники отримано у сортів гірчиці чорної (3,8 г) та гірчиці сарептської (3,2 г). Доведено, що умови вологого 2022 року сприяли формуванню більш виповненого насіння (4,8 г) гірчиці білої, ніж у сухі 2020 та 2021 роки (4,3–4,6 г). Для гірчиці сарептської та гірчиці чорної більш сприятливим виявився посушливий 2021 рік (маса 1000 насінин 3,3 та 4,0 г відповідно).

Лабораторні дослідження на спектрофотометрі ULAB 102 виявили, що більший вміст протеїну було сформовано в насінні гірчиці чорної (32,3 %) та гірчиці білої (32,4 %). Максимальні значення (понад 33,0 %) отримано у

сортів Запоріжанка, Підпечерецька та Еталон. Мінімальний вміст білка розраховано у гірчиці сарептської (у середньому по сортах – 28,0 %).

Максимальний показник вмісту жиру отримано в гірчиці сарептської (38,0 %). Істотно менші середні значення розраховано у гірчиці чорної (30,5 %) та гірчиці білої (28,2 %). У розрізі досліджуваних сортів найвищу олійність мало насіння сортів Пріма та Ретро (понад 40,0 %). За метрологічних умов 2021 року отримано вищий вміст жиру: гірчиці білої – 28,6 %; гірчиці сарептської – 39,5 %. У гірчиці чорної максимальна олійність (31,1 %) сформувалася в умовах найбільш посушливого 2020 року.

За збором олії серед досліджуваних видів найбільші показники отримано на посівах гірчиці сарептської як ярих, так і озимої форми (0,58 т/га). Дещо менше середнє значення було отримано в сортів гірчиці білої (0,48 т/га). Мінімальний збір олії розраховано в сортів гірчиці чорної (0,42 т/га). У розрізі досліджуваних сортів максимальний біологічний збір олії забезпечили: Пріма (0,67 т/га); Ретро (0,65 т/га); Феліція (0,63 т/га) та Мрія (0,61 т/га).

Гірчична олія складається з ненасичених та насичених жирних кислот. Домінуючою кислотою є олеїнова кислота (що належить до групи Омега - 9). Основними есенціальними кислотами є: лінолева кислота ($C_{18}H_{32}O_2$), що належить до групи Омега – 6, та ліноленова кислота ($C_{18}H_{30}O_2$), аналогічна за своєю дією на організм людини до поліненасичених кислот Омега – 3, що містяться в риб'ячому жиру та лляній олії.

Найбільшим вмістом олеїнової кислоти характеризувалось насіння гірчиці чорної (48,7 %). Менші частки припадали на олеїнову кислоту в гірчиці білої (41,1 %) та сарептської (38,6 %). Озимий сорт Романтика накопичував у насінні 42,2 % олеїнової кислоти. За вмістом лінолевої кислоти вищі показники отримали в насінні гірчиці сарептської (21,4 %). Істотно менший вміст лінолевої кислоти мало насіння гірчиці чорної (15,8 %) та гірчиці білої (14,9 %). Серед досліджуваних сортів максимальні значення (більше 23,0 %) були в гірчиці сарептської сортів Феліція, Пріма та

Роксолана. Вміст ліноленової кислоти був вищим у сортів гірчиці сарептської (12,0 %). Істотно нижчі рівні вмісту ліноленової кислоти визначили в отриманому насінні видів гірчиці білої (7,1 %) та гірчиці чорної (8,1 %). Максимальну кількість виявили в насінні сортів: Роксолана та Феліція (12,2 %), Пріма (12,4 %), Мрія (12,8 %), Ретро (13,1 %). За вмістом у насінні пальмітинової кислоти виявлена така динаміка: гірчиця чорна 4,1 %; гірчиця біла 3,8 %; гірчиці яра сарептська (3,6 %), озимий сорт Романтика сформував 4,0 %. Установлено, що вміст стеаринової кислоти був мінімальним і становив: у сортів гірчиці ярої сарептської – 1,1 %; гірчиці білої та гірчиці озимої сарептської – 1,6 %; гірчиці чорної 1,8 %. Виявлено підвищення ерукової кислоти у сортів гірчиці сарептської (0,7 %) порівняно з середнім по досліді (0,57 %) та $HP_{0,05}$ (0,19 %). Меншими значеннями характеризувались сорти гірчиці білої, де вміст ерукової кислоти варіював від 0,43 до 0,55 %. Мінімальну кількість ерукової кислоти виявили в насінні гірчиці чорної (0,39 %).

Установлено, що вирощування гірчиці залежно від виду та сорту в умовах Лівобережного Лісостепу України є економічно та енергетично вигідним. Про це свідчать отримані показники рентабельності, маси прибутків та коефіцієнти економічної ефективності. Проведений аналіз економічної ефективності свідчить, що найвищий прибуток (30 953 грн/га) та рентабельність (97 %) отримано за вирощування гірчиці сарептської озимої Романтика. Максимальні значення коефіцієнта енергетичної ефективності ($K_{ee} = 2,65$) було зафіксовано за вирощування гірчиці білої сорту Біла принцеса. Оскільки сорт мав найвищу врожайність, то й вихід з урожаєм був максимальним, що, як наслідок, знизило енергетичну собівартість одиниці виробленої продукції.

З метою реалізації біологічного потенціалу в умовах Лівобережного Лісостепу України доцільно вирощувати сорти Біла принцеса (1,85 т/га); Романтика та Ослава (1,75 т/га); Запоріжанка (1,68 т/га); Феліція (1,67 т/га); Пріма (1,66 т/га), Талісман (1,65 т/га). Для отримання максимального виходу

високоякісної олії з високими показниками незамінних (есенціальних) кислот Омега - 3 та Омега - 6 доцільно вирощувати сорти гірчиці сарептської (Феліція, Пріма, Роксолана). Для отримання олії для консервної промисловості з найвищими вмістом Омега - 9 доцільно вирощувати сорт гірчиці чорної (Вікторія).

Ключові слова: гірчиця, види, сорти, погодні умови, морфологічні параметри, площа листкової поверхні, продуктивність, врожайність, якість, білок, збір олії, жирні кислоти, економічна та енергетична ефективність.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у міжнародних наукових базах Скопус (Scopus):

1. Jia P., Melnyk A., Zhang Z., Butenko S., **Kolosok V.** Effects of seed pre-treatment with plant growth compound regulators on seedling growth under drought stress. *Agraarteadus*. 2021. 32(2). P. 251–256.

DOI: <https://doi.org/10.15159/jas.21.35>

2. Sergey Butenko, Andrii Melnyk, Tetiana Melnyk, Peipei Jia, **Volodymyr Kolosok**. Influence of Growth Regulators with Anti–Stress Activity on Productivity Parameters of *Sinapis alba* L. *Journal of Ecological Engineering* 2022. 23(9). 128–135.

DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/151780>.

3. Andrii Melnyk, Peipei Jia, Tetiana Melnyk, Andrii Butenko, **Volodymyr Kolosok**, Sergey Butenko. The influence of plant growth regulators on morphological indexes and performance of *Brassica juncea* l. in the forest-steppe of Ukraine. *Proceedings of the 3rd International Conference on Agriculture (ICA 2022) Atlantis press. (Part of Springer Nature) Series:Advances in Biological Sciences Research*. 2023. P. 11–19.

DOI: https://doi.org/10.2991/978-94-6463-168-5_3

Статті в наукових фахових виданнях України (Категорія «В»)

4. Мельник Т. І., Алі Ш., **Колосок В. Г.** Якість насіння гірчиці білої залежно від сорту та норм висіву в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий Вісник*. 2020. № 113. С. 92–97.

DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.13>

5. **Колосок В. Г.**, Бутенко С. О. Видові особливості формування якості насіння гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського НАУ*. 2023. № 1. (51). С. 64–71.

DOI: <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.8>

Монографія:

6. Melnyk A. V., Butenko S. O., **Kolosok V. G.**, Ja P. The chlorophyll and oil content of mustard depending on the use of growth regulators with anti-stress action in the forest steppe of Ukraine. Modern challenges of agrarian transformations in Ukraine: agriculture, forestry and horticulture. RS Global Warsaw, Poland 2022. 6–13.

DOI: <https://doi.org/10.31435/rsglobal/048>

Тези:

7. Мельник Т. І., Шаббїр Г., Алї Ш., **Колосок В. Г.** Продовольча цінність гїрчичної олії залежно від хїмічного складу насіння. *Гончарівські читання : матеріали міжнародної науково-практичної конференції* (Суми, 25 травня). Суми, 2020. С. 89–90.

8. Бутенко С. О., Цзя П., **Колосок В. Г.** Особливості використання фотосинтетично активної радіації рослинами гїрчиці ярої в умовах Лївобережного Лїсостепу України. *Гончарівські читання : матеріали міжнародної науково-практичної конференції* (Суми, 25 травня). Суми, 2021. С. 78–79.

9. **Колосок В. Г.**, Шиян М. О., Берков В. О. Вплив регуляторів росту на ріст та розвиток гїрчиці сизої в умовах північно-східного лїсостепу України. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва : матеріали V міжнародної науково-практичної конференції*. Харків. 25–26 листопада 2021. С. 117–118.

10. Melnyk A. V., Jia P., **Kolosok V.** Response of growth and yield components of two varieties of oilseed mustard (*Brassica Juncea* L.) to growth regulators under the agro-ecological conditions of the northeastern Forest-Steppe of Ukraine. *Materials of the International Scientific and Practical Conference «Honcharivski readings» dedicated to the 93-th anniversary of Doctor of Agricultural Sciences professor Mykola Demyanovych Honcharov.* (Sumy, 25 May 2022). Sumy, 2022. P. 83–84.

11. Andrii Melnyk, Peipei Jia, Tetiana Melnyk, **Volodymyr Kolosok**. The influence of plant growth regulators on morphological indexes and performance of *Brassica Juncea* L. in the forest-steppe of Ukraine. *The 3rd International Conference of Agriculture Modernization and Industrialization to Support Sustainable Agriculture in Facing Global Economy*. Surabaya, Indonesia 21 September 2022. <https://youtu.be/rRgvm9VDulk?t=28371>

12. Цзя Пейпей, **Колосок В. Г.**, Шиян М. О., Берков В. О. Вплив обробки насіння гірчиці сизої регуляторами росту рослин на стрес посухи в умовах кліматичної камери. *Гончарівські читання : матеріали міжнародної науково-практичної конференції* (Суми, 25 травня). Суми, 2023. С. 61–62.

ABSTRACT

Kolosok V. G. Species and varietal features of mustard crop formation and its quality under the conditions of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine. – Manuscript.

Thesis for a Doctor of Philosophy in agronomy – Specialty 201 – Agronomy. – Sumy National Agrarian University, Ministry of Education and Science of Ukraine. – Sumy, 2023.

The rationale for choosing the research topic. The oil and fat complex is the main segment of Ukrainian agribusiness. Given the oversaturation of arable land with sunflowers, the introduction of new types of oil crops, in particular mustard, is on the agenda. Under modern changes in climatic conditions, determining the features of fulfilling the biological potential of species and varieties under the conditions of a specific region is an important task. In turn, the quality of mustard products depends on the fullness of the seeds, as well as the chemical composition. It is worth emphasizing that the study of species and varietal characteristics of mustard (white, brown, and black) under the conditions of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine was not conducted. At the same time, growing attention to healthy nutrition is increasingly convincing humanity of the need to consume not only high-energy products but also those with a certain composition of fatty acids and vitamins. Polyunsaturated fatty acids in mustard have a high biological value. The human body is not able to synthesize them, therefore they are called essential fatty acids, which emphasizes the importance and relevance of studying the sources of their production, in particular the types and varieties of mustard.

The scientific novelty of the obtained results. For the first time, species and varietal features of the formation of the assimilation surface and productivity of mustard plants under the conditions of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine *have been investigated*. The quality indicators of the obtained seed and its fatty acid composition *have been determined*. The mustard cultivation technology *has been optimized* due to the selection of species and varieties capable of realizing

biological potential under the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine. The issue of the influence of weather factors on the formation of morphological parameters, the structure of the crop, and its quality, depending on species and varietal characteristics, *has gained further development*. The economic and energy efficiency of mustard cultivation using different species and varieties *has been substantiated*.

The practical significance of the obtained results. The agrarian formations of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine recommended mustard species and varieties that ensured the fulfillment of biological potential: white mustard – 1.59 to 1.85 t/ha; Sarepta mustard – 1.30–1.67 t/ha; black mustard - 1.33-1.45 t/ha. The recommended species and varieties of mustard were grown in the production conditions of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine, in particular, in FE (farm enterprise) «SK-11» (the Sumy region) and FE “Rodyna” (the Poltava region) on a total area of 64 hectares. Their economic efficiency has been confirmed, namely profit – 25,350 and 27,320 hryvnias/ha, and the profitability of 85-88 %.

The thesis presents a theoretical generalization and solution to the scientific task of optimizing mustard cultivation by selecting species and varieties for the conditions of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine. Peculiarities of the formation of indicators of the seed crop structure and quality according to the species and variety of mustard under the conditions of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine were studied.

An analysis of domestic and international sources has been carried out regarding the directions of use and prospects of mustard cultivation worldwide and in Ukraine. Modern types and varieties of mustard have also been characterized. The peculiarities of cultivation technology and trends in selection work with mustard have been revealed.

It has been confirmed that the multi-vector use of mustard and products of its processing ensure a stable demand for raw materials on the domestic and foreign markets of agricultural products. Over the past ten years, the world's cultivated area under mustard has changed from 0.7 to 1.1 million hectares. The

interest of producers in mustard is characterized by instability, but in recent years we began to observe a certain stability. The increase in demand for mustard seeds is also due to the epidemic of the coronavirus disease caused by COVID-19. It has been proven that the stable demand for mustard seed from European exporters and domestic consumers of the products of processing allowed it to take an important place in the structure of oil crops. The share of Ukrainian production of mustard seeds is 4% of the world's volume.

It has been confirmed that the soil and climatic conditions of the research site are favorable for growing white mustard, Sarepta mustard, and black mustard. According to the results of the calculation of the hydrothermal coefficient, it was found that the growing seasons of 2020 and 2021 should be classified as normal ($HTC = 1.02-1.03$), and 2022 ($HTC = 1.32$) as wet.

The development of the vegetative sphere depended on species and varietal characteristics. Sarepta winter mustard plants were taller. Smaller indicators were noted for spring varieties of white mustard (136.2 cm) and brown mustard (135.8 cm). The distribution of varieties by height had the following sequence: Romantyka (155.0 cm); Talisman (147.1 cm); Oslava (146.6 cm); Bila Pryntsesa (143.9 cm); Retro (145.7 cm). The variance analysis revealed that plant height was influenced by varietal characteristics to the greatest extent – 58%; and the «weather» factor – 32 %.

The most developed area of the assimilation surface was noted in white mustard varieties (38.2 thousand m^2/ha). Somewhat lower values were obtained on the crops of Sarepta mustard (34.7 thousand m^2/ha) and black mustard (31.7 thousand m^2/ha). In terms of varieties, this indicator was ranked from Bila Pryntsesa – 40.9 thousand m^2/ha ; Oslava – 39.6 thousand m^2/ha ; Zaporizhanka – 38.2 thousand m^2/ha ; Talisman and Felicia – 37.9 thousand m^2/ha , and it was the lowest in Prima variety – 37.8 thousand m^2/ha . Variance analysis confirmed that species and varietal characteristics had the maximum influence on the assimilation surface area – 88 %, while «weather conditions» – 9 %, and other factors – only 3 %.

The individual performance of plants is the main component of the formation of the future harvest. Among the spring forms, as the index decreased, the varieties were ranked: Bila Pryntsesa – 1.32 g; Oslava – 1.25 g; Zaporizhanka – 1.2 g; Felicia – 1.2 g; Talisman and Prima – 1.18 g. A significant shortfall in individual productivity was obtained in Rosava varieties – 0.98 g; Victoria – 0.95 g; Chernyava – 0.93 g. The average values of the weight of seeds from one plant were determined for the following varieties: Rosava – 1.0 g; Sofia – 1.04 g; Demetra and Pidpecheretska – 1.13 g; Retro – 1.15 g.

Production output from one hectare is an important factor in determining the level of the biological potential fulfillment of a species or variety in specific soil and climatic conditions. According to the research results, the highest yield was obtained from white mustard varieties from 1.59 to 1.85 t/ha (on average 1.69 t/ha). In the section of studied varieties: Bila Pryntsesa (1.85 t/ha); Romantic and Oslava (1.75 t/ha); Zaporizhanka (1.68 t/ha); Felicia (1.67 t/ha); Prima (1.66 t/ha), Talisman (1.65 t/ha). It is worth noting that the realization of the biological potential of the studied species differed depending on the weather conditions. Thus, the highest yield levels of white mustard varieties (1.77 t/ha) were obtained in the wet year of 2022. Varieties of Sarepta mustard and black mustard were productive in the year 2021, which was normal in terms of moisture (1.6 and 1.44 t/ha, respectively).

The main indicators of seed quality include the mass of 1000 pcs. seeds, oil content, and fatty acid composition. We found the highest weight of 1000 seeds in Bila Pryntsesa and Zaporizhanka (4.9 g), and Talisman (4.8 g). Significantly lower indicators were obtained in the varieties of black mustard (3.8 g) and Sarepta mustard (3.2 g). It was proved that the conditions of the wet year 2022 contributed to the formation of fuller seeds (4.8 g) of white mustard than in the dry years 2020 and 2021 (4.3–4.6 g). The dry year 2021 was more favorable for Sarepta mustard and black mustard (weight of 1000 seeds 3.3 and 4.0 g, respectively).

Laboratory studies using a spectrophotometer ULAB 102 revealed that a higher protein content was formed in the seeds of black mustard (32.3 %) and

white mustard (32.4 %). The maximum values (more than 33.0 %) were obtained from Zaporizhanka, Pidpecheretska, and Etalon varieties. The minimum protein content was calculated in Sarepta mustard (28.0 % on average across varieties).

The maximum fat content was obtained in Sarepta mustard (38.0 %). Significantly lower average values were calculated for black mustard (30.5 %) and white mustard (28.2 %). Among the investigated varieties, seeds of Prima and Retro varieties had the highest oil content (more than 40.0 %). Under the metrological conditions of 2021, a higher fat content was obtained in white mustard – 28.6 %; and Sarepta mustard – 39.5 %. In black mustard, the maximum oil content (31.1 %) was formed under the conditions of the driest year of 2020.

Among the studied species, the highest oil yield was obtained from Sarepta mustard crops, both spring and winter (0.58 t/ha). A slightly lower average value was obtained for white mustard varieties (0.48 t/ha). The minimum oil collection was calculated for black mustard varieties (0.42 t/ha). Among the studied varieties, the maximum biological collection of oil was provided by: Prima (0.67 t/ha); Retro (0.65 t/ha); Felicia (0.63 t/ha) and Mriya (0.61 t/ha).

Mustard oil consists of unsaturated and saturated fatty acids. The dominant acid is oleic acid (which belongs to the Omega-9 group). The main essential acids are linoleic acid ($C_{18}H_{32}O_2$), which belongs to the Omega-6 group, and linolenic acid ($C_{18}H_{30}O_2$), similar in its effect on the human body to polyunsaturated Omega-3 acids contained in fish oil and linseed oil.

Black mustard seeds were characterized by the highest content of oleic acid (48.7 %). Oleic acid in white mustard (41.1 %) and Sarepta mustard (38.6 %) accounted for smaller shares. Romantyka winter variety accumulated 42.2 % of oleic acid in its seeds. In terms of the content of linoleic acid, the highest values were obtained in the seeds of Sarepta mustard (21.4 %). Black mustard seeds (15.8 %) and white mustard seeds (14.9 %) had significantly lower linoleic acid content. Among the investigated varieties, the maximum values (more than 23.0 %) were in mustard of Sarepta varieties Felicia, Prima, and Roksolana. The content of linolenic acid was higher in Sarepta mustard varieties (12.0 %).

Significantly lower levels of linolenic acid content were determined in the obtained seeds of white mustard (7.1 %) and black mustard (8.1 %). The maximum amount was found in the seeds of the varieties of Roksolana and Felicia (12.2 %), Prima (12.4 %), Mriya (12.8 %), and Retro (13.1 %). According to the content of palmitic acid in the seeds, the following dynamics were revealed: black mustard 4.1 %; white mustard 3.8 %; Sarepta spring mustard (3.6 %), and Romantyka winter variety formed 4.0 %. It was established that the content of stearic acid was minimal and amounted to 1.1 % in Sarepta mustard varieties; white mustard and Sarepta winter mustard – 1.6 %; black mustard 1.8 %. An increase in erucic acid was found in Sarepta mustard varieties (0.7 %) compared to the experimental average (0.57 %) and $HIP_{0,05}$ (0.19 %). White mustard varieties were characterized by smaller values, where the content of erucic acid varied from 0.43 to 0.55 %. The minimum amount of erucic acid was found in black mustard seeds (0.39 %).

It has been established that growing mustard, depending on the species and variety, under the conditions of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine is economically and energetically beneficial. This is evidenced by the profitability indicators, profit margins, and economic efficiency ratios. The economic efficiency analysis shows that the highest profit (30,953 hryvnias/ha) and profitability (97 %) was obtained for the cultivation of the Sarepta winter mustard variety of Romantyka. The maximum values of the energy efficiency coefficient ($K_{ee} = 2.65$) were recorded for the cultivation of white mustard of the Bila Pryntsesa variety. Since the variety had the highest yield, the output with the harvest was maximum, which, as a result, reduced the energy cost per unit of produced products.

To realize the biological potential under the conditions of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine, it is advisable to grow Bila Pryntsesa varieties (1.85 t/ha); Romantic and Oslava (1.75 t/ha); Zaporizhanka (1.68 t/ha); Felicia (1.67 t/ha); Prima (1.66 t/ha), Talisman (1.65 t/ha). To obtain the maximum yield of high-quality oil with high levels of essential (essential) Omega-3 and Omega-6 acids, it is advisable to grow Sarepta mustard varieties (Felicia, Prima, and

Roksolana). To obtain oil for the canning industry with the highest Omega-9 content, it is advisable to grow the black mustard variety (Victoria).

Keywords: mustard, species, varieties, weather conditions, morphological parameters, leaf surface area, productivity, yield, quality, protein, oil collection, fatty acids, economic and energy efficiency.

З М І С Т

ВСТУП		20
РОЗДІЛ 1.	ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА НАПРЯМОМ ДОСЛІДЖЕНЬ	25
1.1.	Напрями використання та перспективи вирощування гірчиці у світі та Україні	25
1.2.	Сучасні види та сорти гірчиці. Тенденції селекційної роботи з гірчицею	37
1.3.	Особливості сучасних технологій вирощування гірчиці	49
1.5.	Висновки до розділу 1	63
	Список використаних джерел до розділу 1	65
РОЗДІЛ 2.	ПОГОДНІ УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	86
2.1.	Ґрунтові та метрологічні фактори за роки проведення досліджень	86
2.2.	Мета, об'єкт та методика проведення досліджень за обраною темою	89
	Висновки до розділу 2	99
	Список використаних джерел до розділу 2	100
РОЗДІЛ 3.	РІСТ ТА РОЗВИТОК ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДОВИХ ТА СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГІРЧИЦІ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	103
	Висновки до розділу 3	110
	Список використаних джерел до розділу 3	111
РОЗДІЛ 4.	ВИДОВІ ТА СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ТА ЯКОСТІ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО	116

	ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	
	Висновки до розділу 4	128
	Список використаних джерел по розділу 4	130
РОЗДІЛ 5	ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД НАСІННЯ ГІРЧИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДОВИХ ТА СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ	134
	Висновки до розділу 5	147
	Список використаних джерел по розділу 5	148
РОЗДІЛ 6	ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГІРЧИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДУ ТА СОРТУ	150
6.1.	Економічна ефективність гірчиці залежно від виду та сорту	150
6.2.	Енергетична ефективність вирощування гірчиці залежно від виду та сорту	154
	Висновки до розділу 6	158
	Список використаних джерел до розділу 6	159
	ВИСНОВКИ	160
	РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	163
	ДОДАТКИ	164

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Олійно-жировий комплекс є головним сегментом агропромислового комплексу України. З огляду на перенасичення орних земель соняшником упровадження нових видів олійних культур, зокрема гірчиці, на часі. За сучасних змін кліматичних умов визначення особливостей реалізації біологічного потенціалу видів та сортів в умовах конкретного регіону є важливим завданням. Водночас якість продукції гірчиці залежить як від виповненості насіння, так і від хімічного складу. Слід зазначити, що видові та сортові особливості гірчиці (біла, сиза та чорта) в умовах Лівобережного Лісостепу України не вивчалися. То дого ж посилення уваги до здорового харчування все більше стало переконувати людство в необхідності споживання не тільки високоенергетичних продуктів, а й з певним складом жирних кислот та вітамінів. Поліненасичені жирні кислоти гірчиці мають високу біологічну цінність. Організм людини не здатний їх синтезувати, тому їх називають незамінними (есенціальними) жирними кислотами, що підкреслює важливість та актуальність вивчення джерел їх отримання, зокрема видів та сортів гірчиці.

Метою досліджень є визначення особливостей формування показників структури врожаю насіння та його якості залежно від виду та сорту гірчиці в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Проведення польових та лабораторних досліджень виконано за завданнями тематичних планів та як продовження державних тем Сумського національного аграрного університету в період 2019–2022 рр. – «Оптимізація елементів технологій вирощування гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України» (№ 0115U001051) та «Розробити сучасні способи ідентифікації стресу сільськогосподарських рослин та шляхи його зниження» (№ 0121U113642).

Відповідно до мети були поставлені такі завдання:

- Визначити особливості формування асиміляційної поверхні та продуктивності досліджуваних видів та сортів гірчиці.
- Виявити видові та сортові особливості формування врожаю насіння гірчиці та показників його якості.
- Провести аналіз жирнокислотного складу насіння гірчиці залежно від видових та сортових особливостей.
- Розрахувати економічну та енергетичну ефективність досліджуваних видів та сортів гірчиці.
- Визначити види та сорти гірчиці, найбільш придатні для вирощування в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Об'єкт дослідження – процес формування врожаю та показників якості насіння гірчиці білої, сизої та чорної залежно від сортових особливостей та погодно-кліматичних умов.

Предмет дослідження – сорти гірчиці білої (Біла принцеса, Еталон, Запоріжанка, Підпечерецька, Ослава), сорти гірчиці сарептської (Деметра, Мрія, Пріма, Ретро, Роксолана, Росава, Феліція, Чорнява, Романтика (озима)), сорти гірчиці чорної (Вікторія, Софія), погодно-кліматичні умови, морфологічні параметри рослин, показники якості насіння.

Методи проведення досліджень. Під час проведення польових та лабораторних досліджень використовували загальнонаукові та спеціалізовані методи досліджень. Зокрема: вимірювально-вагові – для встановлення висоти рослин, кількості гілок, площі асиміляційної поверхні, індивідуальної продуктивності рослин, маси 1000 шт. насінин; біохімічні – для визначення вмісту білка, олії та жирнокислотного складу; статистично-розрахункові – для проведення регресійного та дисперсійного аналізу; розрахунково-порівняльний – для виявлення економічної та енергетичної ефективності вирощування різних видів та сортів гірчиці.

Наукова новизна. Уперше досліджено видові та сортові особливості формування асиміляційної поверхні та продуктивності рослин гірчиці в

умовах Лівобережного Лісостепу України. Визначено показники якості отриманого насіння та його жирнокислотний склад. *Оптимізовано* технологію вирощування гірчиці за рахунок підбору видів та сортів, здатних реалізовувати біологічний потенціал в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Набули подальшого розвитку* питання впливу погодних факторів на формування морфологічних параметрів, структуру врожаю та його якість залежно від видових та сортових особливостей. *Обґрунтовано* економічну та енергетичну ефективність вирощування гірчиці за використання різних видів та сортів.

Практичне значення одержаних результатів. Аграрним формуванням Лівобережного Лісостепу України рекомендовано види та сорти гірчиці, які забезпечили реалізацію біологічного потенціалу: гірчиці білої – 1,59 до 1,85 т/га; гірчиці сарептської – 1,30–1,67 т/га; гірчиці чорної – 1,33–1,45 т/га. Рекомендовані види та сорти гірчиці вирощували у виробничих умовах Лівобережного Лісостепу України, зокрема у ФГ «СК-11» (Сумська область) та ТОВ «Родина» (Полтавська область) на загальній площі 64 га. Підтверджено їх економічну ефективність, а саме прибуток – 25520 та 27320 грн/га і рентабельність 85–88 %.

Особистий внесок здобувача полягає у вивченні, узагальненні та систематизації вітчизняних та світових джерел, проведенні всіх складників польових та лабораторних досліджень, здійсненні статистичної обробки даних, формулюванні висновків та рекомендацій виробництву. За безпосередньої участі керівника систематизовано та презентовано основні положення, що виносяться на захист.

Апробація результатів проведених досліджень. Основні результати оприлюднено на Міжнародних науково-практичних конференціях «Гончарівські читання» (м. Суми, 2020–2023 рр.); V Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва» (м. Харків, 2021 р.); III Міжнародній

конференції «Сучасна підтримка стійкого розвитку сільського господарства як фактор глобальної економіки» (м. Сурабайя, Індонезія, 2022 р.).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи наведено в 12 наукових працях, із них статей у фахових виданнях України (категорія «В») – 2; що занесені до міжнародних наукометричних баз цитування Scopus – 3; колективній монографії – 1; тез доповідей на міжнародних науково-практичних конференціях – 6.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків та рекомендацій виробництву, списку опублікованих наукових праць та використаних джерел, додатків. Матеріали роботи викладені на 194 сторінках і містять 19 таблиць, 29 рисунків та 30 додатків. Список використаних джерел налічує 299, із яких 55 латиницею.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА НАПРЯМОМ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Напрями використання та перспективи вирощування гірчиці у світі та Україні

Родина *Brassicaceae* є однією з найбільших груп сільськогосподарських культур із цінними господарськими ознаками. До цієї родини належать представники найважливіших овочевих, олійних та пряних культур. Сільськогосподарські культури з роду *Brassica* є одними з основних продуктів харчування практично в усіх регіонах світу, за винятком тропічних зон [17, 30, 31, 86]. Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (ФАО) оцінила світове комерційне виробництво представників роду *Brassica* у 2010–2020 рр. на рівні 93 млн т приблизно з 3,7 млн га [156, 157].

Менш поширеними сільськогосподарськими культурами роду *Brassica* є олійні, які щорічно займають понад 34 млн га оброблювальних земель світу [155]. Через їх здатність зростати за відносно низьких температур вони є одним із небагатьох джерел біологічного палива, яке можна успішно виробляти в регіонах із прохолодним помірним кліматом. Ця характеристика робить сільськогосподарські культури роду *Brassica* придатними до вирощування на високогір'ї або як озимі в субтропіках. У помірних регіонах серед представників цього роду переважає *Brassica napus*, а в субтропіках Азії – *Brassica juncea*, яка є основним джерелом фітопалива [115].

Загалом олійні культури роду *Brassica* забезпечують до 28 % світового виробництва харчової рослинної олії і є третім за важливістю джерелом після африканської олійної пальми і сої, випереджаючи соняшникову олію в середньому більше, ніж на 8,1 % (табл. 1) [156, 170].

Таблиця 1

**Світове виробництво основних харчових рослинних олій*,
середні показники 2017–2021 рр.**

Олія	Роки*					± за 5 років
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/2021	листопад 2021/2022	
кокосова	3,55	3,64	3,49	3,5	3,56	0,01
бавовняна	5,1	4,97	5,15	4,8	5,19	0,09
оливкова	3,29	3,17	3,12	2,92	3,28	-0,01
пальмова	70,54	74,17	72,97	72,87	76,54	6
із пальмового ядра	8,25	8,59	8,53	8,40	8,79	0,54
арахісова	5,89	5,86	6,22	6,43	6,47	0,58
ріпакова/ гірчична	28,09	27,83	28,05	29,19	27,42	-0,67
соєва	55,16	56,01	58,54	59,32	61,74	6,58
соняшникова	18,61	19,62	21,20	19,16	21,80	3,19
Усього	198,47	203,86	207,32	206,58	214,79	16,32

Джерело. Oilseeds: World Markets and Trade. November 2021. Foreign Agricultural Service/USDA

Щорічне виробництво товарного насіння гірчиці на світовому ринку становить близько 3,5 млн т, із яких орієнтовно 2,7 млн т використовується на виробничі та 0,5 млн т на кулінарні потреби [170].

Останніми роками спостерігається чітка тенденція до зростання частки гірчиці у структурі виробництва олійної сировини. Це пов'язують з культивуванням сортів, які не містять у своєму складі ерукової кислоти [180].

Світовий ринок виробництва гірчиці розподілено за географією, і сегментація охоплює країни Північної Америки (США, Канада, Мексика, інші країни Північної Америки); Європи (Іспанія, Велика Британія, Німеччина, Франція, Італія, Україна та інші країни регіону); Азійсько-Тихоокеанського регіону (КНР, Японія, Індія, Австралія, інші), Південної

Америци (Бразилія, Аргентина, інші країни Південної Америци), Близького Сходу та Африци (Південна Африка та Об'єднані Арабські Емірати, інші країни регіону) [171].

За даними маркетингової компанії Mordor Intelligence, станом на 2021 рік найбільша концентрація виробників гірчиці зосереджена в Північній Америці, Європі та країнах Азійсько-Тихоокеанського регіону (рис. 1.1).



Source: Mordor Intelligence

Рис. 1.1. Рівень ринку виробництва гірчиці за регіонами, % [168]

За останні десять років світові посівні площі під гірчицею змінюються в межах від 0,7 до 1,1 млн га. Значний період часу місце головного гравця на світовому ринку посідала Канада, яка здійснювала до 70 % обсягу експортно-імпортних операцій. На сьогодні перше місце в рейтингу належить Непалу і становить 41,3 % світового виробництва насіння гірчиці. На три найбільших країни-виробника припадає 79,8 %, при цьому лише десять країн світу формують близько 99,9 % ринку насіння гірчиці. Частка українського виробництва насіння культури дорівнює 4 % світового обсягу, що робить її одним із важливих учасників ринку (рис. 1.2).

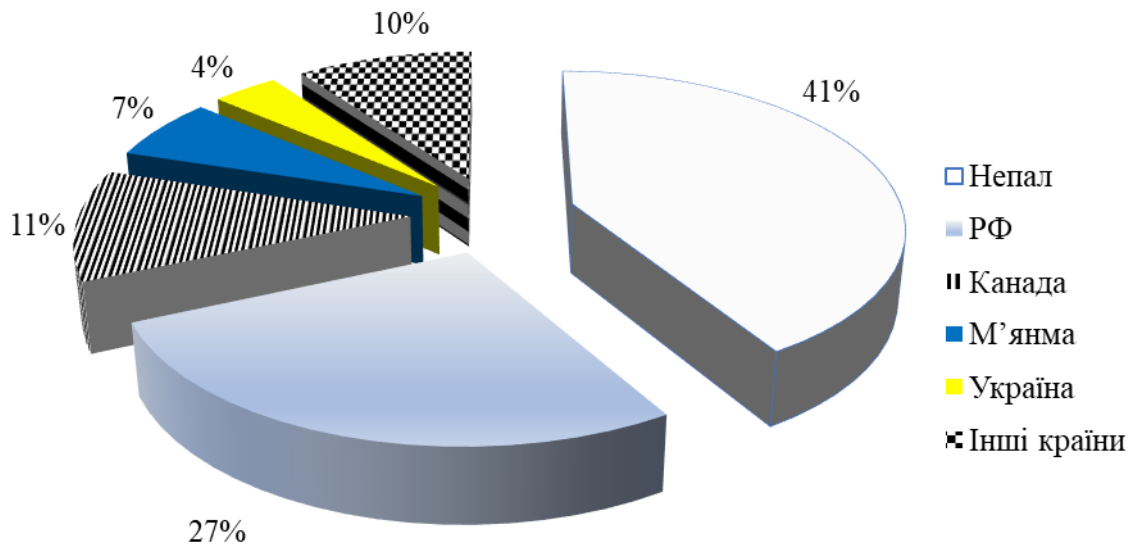


Рис. 1.2. Розподіл ринку виробництва гірчиці за країнами виробниками (за даними 2021 року)

Огляд світового ринку свідчить про перспективи збільшення виробництва гірчиці за період 2022–2027 рр. на 5,7 % [170, 181, 182].

До початку 2022 року Україна входила до десятки лідерів за площею посівів гірчиці, а за результатами 2021 року – до п'ятірки країн-експортерів цієї культури з часткою ринку 12 % (у середньому за останні 3 роки).

Україна експортує гірчичне насіння до 23 країн світу. Ключовим зовнішнім ринком збуту для української гірчиці залишаються країни Європи, на які за останні роки припало понад 93 % сукупних зовнішніх поставок. Основними зовнішніми споживачами насіння гірчиці виробництва України стали Німеччина, Нідерланди та Угорщина. Так, за офіційними даними Держкомстату України, цими країнами було експортовано 21,7 тис. т насіння у 2019 році, у 2020 р. – 18,7 тис. т та у 2021 році – 14,3 тис. т. (рис. 1.3) [31, 117, 123].

Входження України до провідних виробників насіння гірчиці стало можливим завдяки природній родючості ґрунтів, сприятливим кліматичним умовам та сукупному збільшенню площ вирощування. Крім того, вагомим стимулом до популяризації виробництва гірчиці в Україні, на думку

агроекспертів, вважають наявність великих ринків збуту – як внутрішніх, так і зовнішніх (американського, азіатського і, насамперед, європейського).



Рис. 1.3. Показники експорту насіння гірчиці з України за 2019–2021 рр. [31]

На погляд більшості дослідників, в Україні є можливість успішно конкурувати з європейським ринком виробництва гірчиці [2, 7, 17].

Основними регіонами вирощування гірчиці в Україні з високою рентабельністю до 2014 року були Луганська та Донецька області та АР Крим. Однак унаслідок воєнних дій український ринок зазнав змін. Гірчицю почали успішно вирощувати в Закарпатті, хоча посівні площі в цьому регіоні залишаються невеликими, становлячи лише 21, га [21, 27, 29].

Загалом посівні площі гірчиці в Україні коливаються від 235,0 га (Харківська область) до 17,0 тис. га (Херсонська область). Найбільше гірчиці засівається на півдні України, особливо в Херсонській області, де зосереджено приблизно 40 % усіх посівів культури [33, 34, 87].

Значна частина посівних площ гірчиці в Україні зосереджена в Запорізькій та Хмельницькій областях. Однак, завдяки сприятливим погоднокліматичним умовам, гірчицю можна вирощувати на всій території країни, включаючи Сумську область [123].

За даними Державної служби статистики, у 2022 році посівна площа під гірчицю в Україні господарствами усіх категорій становила 19,6 тис. га.

Найбільші посівні площі були зайняті культурою у Харківській – 2,9 тис. га, Чернігівській – 2,4 тис. га, Одеській – 1,9 тис. га та Полтавській – 1,6 тис. га [64].

Середня урожайність гірчиці у світі варіює від 7,7 до 9,5 ц/га, в Європі вона коливається від 6,2 до 8,0 ц/га. Відомо, що у Франції урожайність гірчиці становить 17,5–28,0 ц/га, у Німеччині – 10–14 ц/га, Канаді – 10 ц/га, Угорщині – 7–9,5 ц/га, Китаї – 7,5–8 ц/га. У Румунії середня урожайність гірчиці становить 7,0–11,7 ц/га, у Чехії – 8,1–10,7 ц/га [67].

Україна відстає за показником урожайності від світових виробників. Протягом останніх 10 років урожайність гірчиці в Україні варіює від 5,5 до 8,3 ц/га. З метою підвищення виходу валової продукції агровиробники переорієнтувалися на вирощування більш урожайних видів та сортів гірчиці, зокрема гірчиці сизої, яка є більш продуктивною порівняно з гірчицею білою [44, 45, 64].

Площі сизої гірчиці в Україні становлять 86 тис. га за врожайності зерна 0,8–1,2 т/га. Площі, зайняті білою гірчицею, у нас невеликі. Середня врожайність становить 1,2–1,5 т/га. Гірчиця чорна в Україні майже не вирощується. Середня урожайність сягає до 1,5 т/га. Гірчиця абіссінська не має промислових посівів в Україні, однак має потенціал щодо отримання врожайності на рівні 3,0 т/га [79].

Види гірчиці, які вирощують сільгоспвиробники, успішно використовують як олійні, кормові, сидеральні, зелені, пряно-ароматичні та лікарські культури.

На думку науковців та виробників, гірчицю слід розглядати не тільки як олійну культуру. На сьогодні вона належить до небагатьох сільськогосподарських рослин, переробка яких може становити практично 100 % як насіння, так і незернової частини врожаю.

Головною господарсько-цінною ознакою якості насіння гірчиці є вміст жирних та ефірних олій. У насінні гірчиці міститься до 50 % гірчичної олії. Найбільша кількість олії міститься в насінні гірчиці сизої в середньому 35–

47 % олії, абіссінської – до 46 %, білої – 30–40 %, чорної – близько 36 % [89]. Гірчична олія має високі смакові якості й застосовується в кулінарії, хлібопекарській, кондитерській, консервній промисловості.

Жирні олії гірчиці містять поліненасичені жирні кислоти, такі як олеїнова, лінолева та ліноленова. Ці кислоти не синтезуються в організмі людини, проте є важливими для нормального розвитку організму. Результати біохімічних аналізів показали, що в олії гірчиці білої міститься 58,7 % олеїнової кислоти, трохи менше в гірчиці сизої – 51,6 %, а в гірчиці чорної лише 12,4 %. Олія гірчиці сизої характеризується високим вмістом лінолевої кислоти – 29,6 %, тоді як у гірчиці чорної та гірчиці білої цей показник нижче на 10,2 % та 17,9 % відповідно. Вміст ліноленової кислоти в олії всіх видів гірчиці практично однаковий і становить 10,9–11,7 %. Науковцями встановлено, що такі показники є доволі стабільними і не залежать від зони вирощування [88, 90].

Вміст ефірних олій у насінні гірчиці значно менший і становить не більше 2 %. Вміст ефірної олії відрізняє гірчицю від інших хрестоцвітих культур олійної групи, і саме завдяки цьому вона знайшла своє застосування в парфумерній промисловості та медицині. Ефірна та алілова олії відповідають за гострий смак гірчиці та мають фунгіцидні і бактерицидні властивості [103, 111, 118].

Найвищим вмістом ефірних олій у насінні відрізняється гірчиця чорна (до 0,95 %). Значно нижча кількість їх у насінні гірчиці сизої (до 0,62 %) та зовсім незначна величина накопичення цих сполук у насінні гірчиці білої (0,1–0,12 %).

Класичною технологією переробки насіння гірчиці є пресування. Залежно від вимог, яким має відповідати кінцевий продукт, процес проводять за трьома температурними режимами: до 60 °C (медичний), до 80 °C (харчовий) та до 120 °C (кормовий) [118, 121].

Гірчична олія характеризується найнижчим кислотним показником, завдяки чому вона значно довше зберігає свої властивості порівняно з

іншими рослинними оліями. Гірчична олія належить до слабковисихаючих (йодне число олії гірчиці сарептської 102–108, білої 92–122). Термін зберігання гірчичної олії перевищує вісім місяців, що вдвічі довше, ніж термін зберігання інших олій, включаючи соняшникову. Олію після вижимки з насіння гірчиці очищають шляхом відстоювання або фільтрації (фізична рафінація). У результаті утворюються фільтр-пресові та бакові осадки. Вони в основному складаються з олії та дрібнодисперсного гірчичного жому (порошку).

Вміст ядер гірчиці становить 88–93 %, тоді як оболонка (лушпиння) становить 7–12 % [7, 22].

В ядрі насіння гірчиці міститься: 20,4–29,8 % сирих білків; 16,4–49,1 % жирної олії; 16,7–29,9 % безазотистих екстрактивних речовин (БЕР); 22,3–25,0 % вуглеводів, із яких 8,0–15,0 % моносахаридів і дисахаридів, 10,1–14,2 % полісахаридів; 10,3–11,2 % клітковини; 2,5–3,0 % фітинової кислоти та її солей; 1,66–2,07 % фосфору (у розрахунку на P_2O_5), з них 0,3–0,5 % фосфоліпідів; 1,15–6,7 % тіоглікозиду (синігрину), з них 0,3–1,7 % алілізотіоціанату [2, 3].

У харчовій гірчичній олії містяться хлорофіли (1,2–1,7·10⁻⁴ %); феофітини (4,6–24,7·10⁻⁴ %); фосфатиди, які містять фосфатидилхоліни (15,1–24,6 %); фосфатидилетаноламіни (15,3–25,1 %); інозитфосфатиди (13,6–26,4 %); фосфатидні кислоти (16,4–20,2 %); неідентифіковані фосфатиди (19,9–25,6 %) [2, 3, 6, 7]. Гірчична олія містить всі жиророзчинні вітаміни [2, 3, 7].

Слід відмітити, що створення безерукових сортів гірчиці привело до зміни вмісту олеїнової та лінолевої кислот у бік покращення їх співвідношення, завдяки чому стало можливим отримання олії з вмістом 46 % олеїнової та 37 % лінолевої кислот. Олії з таким співвідношенням незамінних полінасичених Омега-6 жирних кислот можуть застосовуватися як салатні [111].

З усіх рослинних олій тільки гірчична і гречана олії містять каротин у своєму складі. У гірчичній олії вітамін А зберігається тривалий час (до 8 місяців). Гірчична олія містить вітамін В₆ і сприяє його виробленню мікрофлорою кишківника. Вітамін В₆, який міститься в жмиху, відіграє провідну роль в азотному обміні, процесах синтезу та розпаду амінокислот. Його дефіцит призводить до специфічних уражень шкіри, патологічних змін у нервовій системі, судом та анемії.

Вітамін РР у гірчичній олії міститься у легкозасвоюваній формі. Він має протимігренову дію, також наявний у гірчичному жмиху. Він знаходиться у засвоюваній формі, тоді як у більшості звичайних продуктів значна частина нікотинової кислоти (до 90,95 %) перебуває у зв'язаному стані і недоступна для засвоєння. Недостатність нікотинової кислоти призводить до випадіння волосся, дерматитів і некротичних уражень шкіри, порушення функцій шлунково-кишкового тракту, запалення слизової оболонки рота, язика і нервових проявів.

Вітамін D, який міститься в гірчичній олії, у 1,5 раза перевищує якісні показники соняшникової олії [117].

З насіння гірчиці виготовляють столову гірчицю. Її також використовують у сумішах для овочевих, грибних та м'ясних маринадів. З додаванням насіння гірчиці приправляють салати, а також гарячі рибні та м'ясні страви. Листки окремих сортів і видів гірчиці використовують для приготування салатів і інших кулінарних страв [118].

Основна частина відходів гірчично-олійного виробництва представлена гірчичним шротом, який є високобілковим продуктом. Після додаткового знежирення та розмелювання він перетворюється на гірчичний порошок, який є основним компонентом столової гірчиці, майонезу, соусів та приправ. У його складі міститься сирого білка від 38 до 50 %, а за амінокислотним складом він близький до соєвого та соняшникового шроту [8, 9].

Протеїн, який засвоюється у гірчичному порошок, становить 96,98 % розчинних фракцій.

У гірчичному порошку міститься від 0,9 до 1,2 % ефірної гірчичної олії, а також до 14 % харчової гірчичної олії, до 10 % клітковини, цукру – до 150 г, каротину – 5,2 мг [141]. Гірчичний порошок містить 42–43 % сирого протеїну, в якому 92–93 % чистого (засвоюваного) білка. Що стосується вуглеводного складу, то в гірчичному порошку є всі форми цукрів, включаючи сахарозу (0,8–1,1 %), рафінозу (0,05–0,10 %), стахіозу (0,25–0,40 %), глюкозу (0,4–0,5 %), крохмаль (0,1 %), сліди рамнози, галактуронову кислоту (0,3–0,4 %), ксилозу у формі ксилану (0,1–0,25 %), арабінозу у формі арабіну (0,45–0,55 %), галактозу (0,35–0,45 %), маннозу (0,1 %), целюлозу (0,8–1,0 %) [121].

Біологічна активність гірчичного порошку залежить від значного вмісту амінокислот. Зокрема, відсоткове співвідношення амінокислот у гірчичному порошку таке: лізину – 1,38–1,55 %; аспарагінової кислоти – 1,43–1,56 %; треоніну – 1,06–1,21 %; серину – 0,96–1,1 %; глутамінової кислоти – 4,05–4,5 %; проліну – 1,33 %; гліцину – 1,28–1,35 %; аланіну – 0,98–0,99 %; цистину – 0,44–0,46 %; валіну – 0,77–0,79 %; метіоніну – 0,74–0,78 %; ізолейцину – 0,64–0,68 %; лейцину – 1,47–1,64 %; тирозину – 0,65–0,81 %; фенілаланіну – 0,94–1,12 %; гістидину – 0,63–0,75 %; аргініну – 1,11–1,15 % [121].

Функціональні властивості гірчичного порошку полягають у здатності зберігати вологу, утримувати жири, здатності до емульгування, зв'язувати жири та воду [118].

Аналітичні дослідження хімічних характеристик гірчичного порошку показали, що вміст органічних кислот і їх співвідношення відповідає вимогам для кормів сільськогосподарських тварин. У шроті, отриманому за низькотемпературного пресування, фіксується найкраще співвідношення кислот [21].

Гірчичний жмих вважається одним із кращих концентрованих кормів для тварин. У ньому міститься 425 г сирих протеїнів; 384,2 г переварних протеїнів; до 144,2 г цукру; 92 г сирого жиру; 36,9 г сирої клітковини; 10,9 г

калію; 9,9 г фосфору; 9,5 г міді; 4,7 г магнію; 4,1 г кальцію; 230,6 мг заліза; 64,1 мг цинку; 5,2 мг каротину; до 1,2 % ефірної олії. У 1 кг гірчичного шроту міститься: 1,3 кормових одиниць; 11,1 МДж обмінної енергії; 34,76 % БЕВ [68].

На думку багатьох дослідників, гірчичний зелений корм та силос мають високу кормову цінність. Ці види кормів, багаті на азот та порівняно бідні на вуглеводи, особливо привабливі для годування молодняка, збільшують надої молока та підвищують його жирність.

У зеленому кормі гірчиці міститься до 3,0 % протеїну, 3,5 % вуглеводів. Культура дає можливість отримувати ранні врожаї зеленої маси, що дуже важливо в системі кормовиробництва. Середня врожайність зеленої маси гірчиці білої становить 250–290 ц/га, у гірчиці сизої – 220–260 ц/га та у гірчиці чорної – 150–180 ц/га [112, 113]. На зелений корм гірчицю скошують до початку цвітіння, оскільки на більш пізніх етапах починає утворюватися хімічна речовина – синігрин, яка має гіркий смак та може подразнювати слизову кишківника тварин [127].

Зелена маса гірчиці досить добре силосується, і в районах із тривалою теплою осінню вона може бути використана як пожнивна культура на зелений корм. Гірчиця як сіно, зібрана до початку цвітіння, не поступається за вмістом білкових речовин відмінному лучному сіну. Сіно гірчиці, заготовлене на початку цвітіння, містить 14,9 % сирого протеїну, 9,8 % перетравного протеїну, а заготовлене в період масового цвітіння – 11,2 та 6,9 % відповідно.

Таким чином, при переробці гірчичного насіння, крім основних продуктів, таких як гірчична олія і порошок, утворюються відходи [64, 65, 73], які становлять значний інтерес для виробників. Продукти переробки насіння гірчиці мають високу харчову і енергетичну цінність, що свідчить про можливість їх використання в раціонах сільськогосподарських тварин і птиці. Це обумовлено вмістом значної кількості поживних речовин: жиру, білка, БЕР [28. 35-38, 42, 48, 51, 103].

Гірчиця є добрим сидератом, оскільки здатна засвоювати важкодоступні форми поживних речовин та переводити їх у доступні форми. Середня врожайність зеленої маси гірчиці, за даними Інституту сільського господарства Полісся, становить 350–440 ц/га, при цьому вона містить 22,7 % органічної речовини, 0,71 % загального азоту, 0,92 % фосфору та 0,43 калію [24]. Ефективність сидерації гірчицею прирівнюється до гною [28, 76].

Потужна підземна коренева система гірчиці розпушує ґрунт, піднімає у верхні шари вимиті поживні речовини з глибини майже 160 см, збагачує орний горизонт кореневими рештками, багатими на кальцій. Крім того, рослини гірчиці мають високі фітосанітарні властивості, очищують ґрунт від різних типів грибкових хвороб, зокрема фузаріозу. Для кращої приживлюваності молодих саджанців плодкових дерев рекомендують міжрядні посіви гірчиці.

Ураховуючи здатність гірчиці формувати потужну вегетативну масу, цілком логічним є зацікавленість нею як енергетичною культурою, яка може забезпечити з 1 га до 5–6 т паливних брикетів та пелет. Особливо актуальним це питання є для аграріїв Нідерландів, Німеччини, Польщі та Канади [52, 57].

Гірчиця добрий медонос. Під час цвітіння гірчиця може забезпечити збір до 100–130 кг нектару та 120–150 кг меду з 1 га [53]. За якістю меду вона поступається лише липовому та квітковому. У системі нектаро-пилконосних культур гірчиця за періодом цвітіння вписується в інтервал між озимим ріпаком та робінією псевдоакацією (акація біла), що забезпечує безперервність взятку меду [90].

Загалом інтерес виробників до гірчиці характеризується нестабільністю, і лише останніми роками почала спостерігатися певна сталість.

Зростання попиту на насіння гірчиці в останні роки також пов'язане з епідемією коронавірусної хвороби, спричиненою COVID-19. Медичною науковою спільнотою було доведено позитивний вплив продуктів переробки гірчиці на здоров'я людини завдяки блокуванню росту мікроорганізмів та

загальним дезінфекційним властивостям [167]. Компанія McCormick & Company (США), яка є крупним гравцем галузі, оцінила зростання продажу гірчичної сировини у 2021 році на 26 % [168].

Наразі в Україні є достатньо резервів для збільшення посівних площ гірчиці та нарощування експорту насіння та продуктів його переробки.

1.2. Сучасні види та сорти гірчиці. Тенденції селекційної роботи з гірчицею

Гірчиця належить до родини капустяних (*Brassicaceae*), поширеної по всій земній кулі, що охоплює близько 330 родів та понад 3700 видів. У світі налічують до 10 видів та до 40 різновидів гірчиць. Найбільш культивовані різновиди належать до шести видів *Brassica* L.: *Brassica rapa* L., *Brassica juncea* (L.) Czern., *Brassica carinata* A. Braun, *Brassica napus* L., *Brassica oleracea* L. [157].

Серед гірчиць на комерційні цілі вирощують три види роду Капуста (*Brassica*), а саме: гірчиця сарептська (*Brassica juncea* (L.) Czern.) (синонім – г. руська, г. сиза, г. індійська); гірчиця чорна (*Brassica nigra* (L.) W.D.J. Koch.) (синонім г. справжня, г. французька), гірчиця абіссінська (*Brassica carinata* A. Braun) та один вид роду Гірчиця (*Sinapis* L.) – гірчиця біла (*Sinapis alba* L.) (синонім г. жовта, г. англійська) [136,137, 148].

Рід *Sinapis* охоплює кілька різних видів гірчиці, зокрема культивований – *Sinapis alba*. Вид філогенетично вважається близьким до видів роду *Brassica* і іноді згадується в літературних джерелах як *Brassica alba* або *B. hirta* [91, 94].

Sinapis alba – це однорічник, природним ареалом якого вважають Середземномор'я, але природно він зустрічається по всій території Європи і поширюється до Китаю (рис. 1.4).

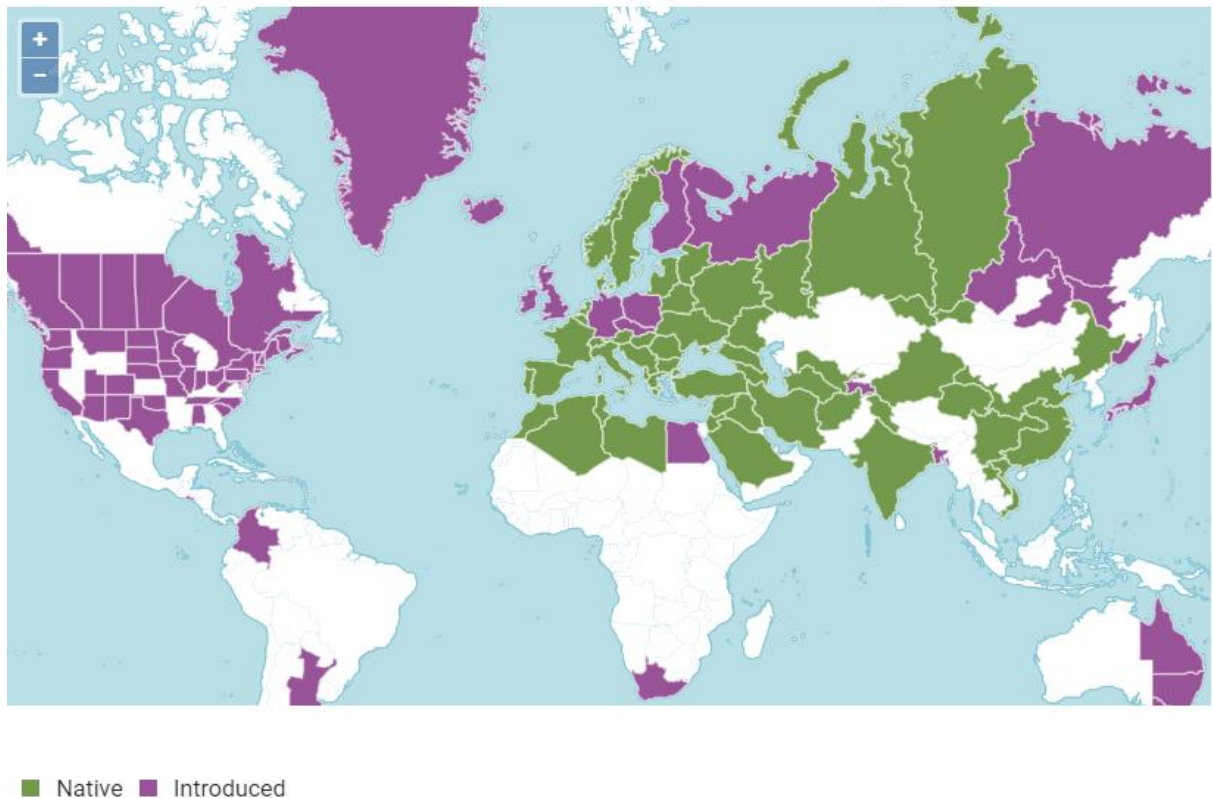


Рис. 1.4. Природний та культурний ареали зростання *Sinapis alba*
<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:288952-1>

Рослини гірчиці білої формують прямостояче стебло висотою від 25 до 100 см, угорі розгалужене. Коренева система стрижнева, що проникає на глибину 1–1,5 м, достатньо розгалужена. Нижнє листя ліроподібне, верхня лопать широкоовальна, складається з трьох часток, бічних лопатей – 2–3 пари. Верхні листки з меншим числом лопатей і з більш гострими їх обрисами. Уся рослина жорстковолосиста, іноді майже гола. Суцвіття – китицеподібне з 25–100 квіток від блідо-жовтих до майже білих (рис. 1.5).

Гірчиця біла запилюється комахами. Насіння округле, блідо-жовтого кольору, гірке на смак. Маса 1000 насінин 4–7 г. Плід – стручок, заповнений дрібним, круглим насінням світло-жовтого кольору. Стручки прямі або зігнуті, грубі, горбкуваті, зазвичай покриті жорсткими відстовбурченими волосками, 2–4 см завдовжки, з плоским мечоподібним носиком. Плоди відхилені від стебла під кутом до 90° [87].



Рис. 1.5. Вегетативні та генеративні ознаки *Sinapis alba*

Brassica juncea – однорічна трав'яниста рослина. Природний ареал виду – Кавказ, але зараз культивується практично по всьому світу (рис. 1.6). Рослина висотою від 40 до 150 см. Стебло прямостояче, розгалужене, голе, з восковим нальотом. Коренева система стрижнева, проникає в ґрунт до 2,5–3 м, бокові корені розвиваються довжиною до 2,5 м.

Нижнє листя велике, черешкове, з ліроподібно-перисто-надрізаною формою листкової пластинки, зелене, опушене або майже голе; верхнє листя – сидяче або коротко-черешкове, цільне [90].

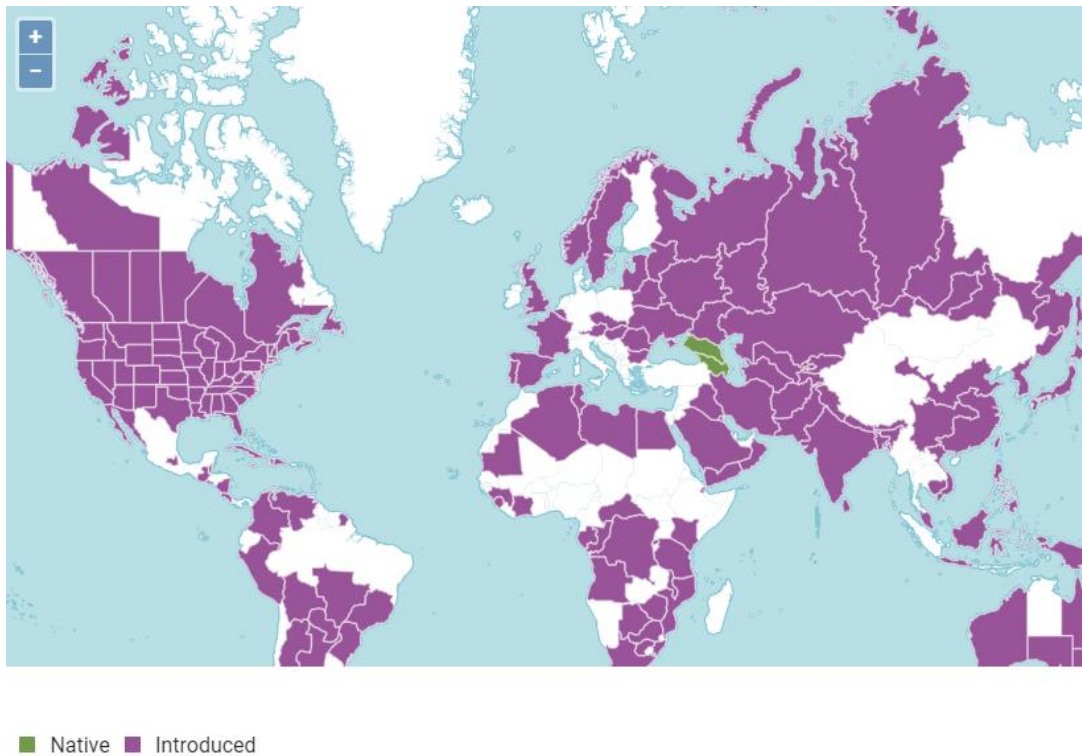


Рис. 1.6. Природний та культурний ареали зростання *Brassica juncea*
<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:60442520-2>

Суцвіття китицеподібне, яке формується з 25–80 квіток. Квітки двостатеві, дрібні, пелюстки золотисто-жовті (рис. 1.7). Плід – тонкий, лінійний стручок довжиною 3–5 см із коротким носиком. Містить 19–25 насінин. При досяганні розтріскується. Насіння дрібне, овально-кругле, коричнево-сизе або темно-буре з сітчастим малюнком. Гірчиця сарептська має яру та озиму форми [79].

Brassica nigra – однорічна трав'яниста рослина. Природним ареалом цього виду є Європа до Західного та Північного Китаю, Середземномор'я до Ефіопії. Росте в основному в помірному біомі (рис. 1.8).

Середня висота особин гірчиці чорної від 50 до 100 см. Стебло пряmostояче, розгалужене, голе, у нижній частині – розсіяно-волосисте.

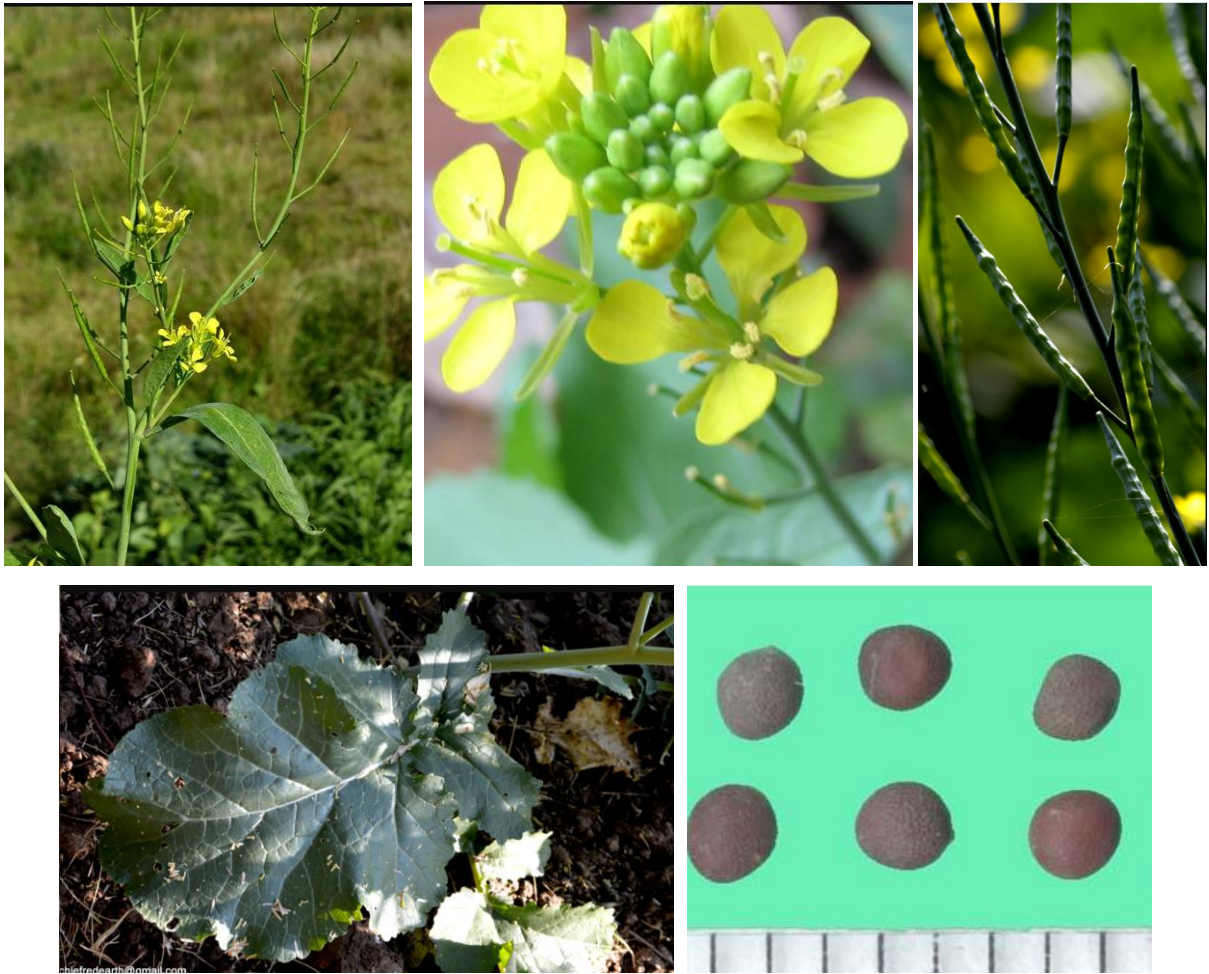


Рис. 1.7. Вегетативні та генеративні ознаки *Brassica juncea*

Гілки тонкі, зазвичай вкриті антоціановими плямами в пазухах. Листя черешкове, зелене, нижнє – ліроподібне з великою виїмчастою верхівкою, верхнє – ланцетоподібної форми, цілокрає. Суцвіття – щільне китицеподібне, яке складається з дрібних двостатевих квіток блідо- або яскраво-жовтого кольору (рис. 1.9).

Плід – чотиригранний вигнутий стручок завдовжки 1,5–2,5 см, притиснутий до центра стебла. Квітконіжка плоду може досягати від 2,5 до 8,5 см. Насіння – кулясте темно-буре. Маса 1000 штук насінин 3–5 г [67, 79].

Насіння гірчиці чорної схоже на насіння гірчиці білої, але відрізняється більш темним коричневим або майже чорним забарвленням. Смак насіння гострий, терпкий, запах схожий на аромат хрону.



Рис. 1.8. Ареал поширення *Brassica nigra*

<https://www.cwrnl.nl/en/CWRnl-1/Brassica-nigra-L.-W.D.J.-Koch-1.htm>

Агровиробникам культура гірчиці відома досить давно. Стабільний попит на гірчичне зерно з боку європейських експортерів та внутрішніх споживачів продуктів переробки дозволив їй зайняти важливе місце в структурі олійних культур.

До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні (далі – Реєстру) занесені сорок сортів гірчиці, серед яких на першому місці гірчиця сарептська (23 сорти), на другому – гірчиця біла (14 сортів) та на третьому місці – гірчиця чорна (3 сорти) [32].

Селекційними центрами, що ведуть роботу щодо розроблення, випробування та передачі у виробництво нових сортів культури, є Інститут олійних культур НААН України (Запорізька область) (15 сортів), Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України (7 сортів), Національний науковий центр Інститут землеробства НААН України (5 сортів), П. Х. ПЕТЕРСЕН Заатцухт Лундсгаард ГмбХ, Германія (3 сорти); Товариство з обмеженою відповідальністю «Бучачагрохлібпром», Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН Країни, Товариство з

обмеженою відповідальністю «Науковий інститут селекції» (по 2 сорти), Філатов Віктор Михайлович, Приватне підприємство «Натур Світ»; Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка Національної академії наук України, Товариство з обмеженою відповідальністю «Терра-Юг Україна» (по одному сорту) (табл. 1.2).

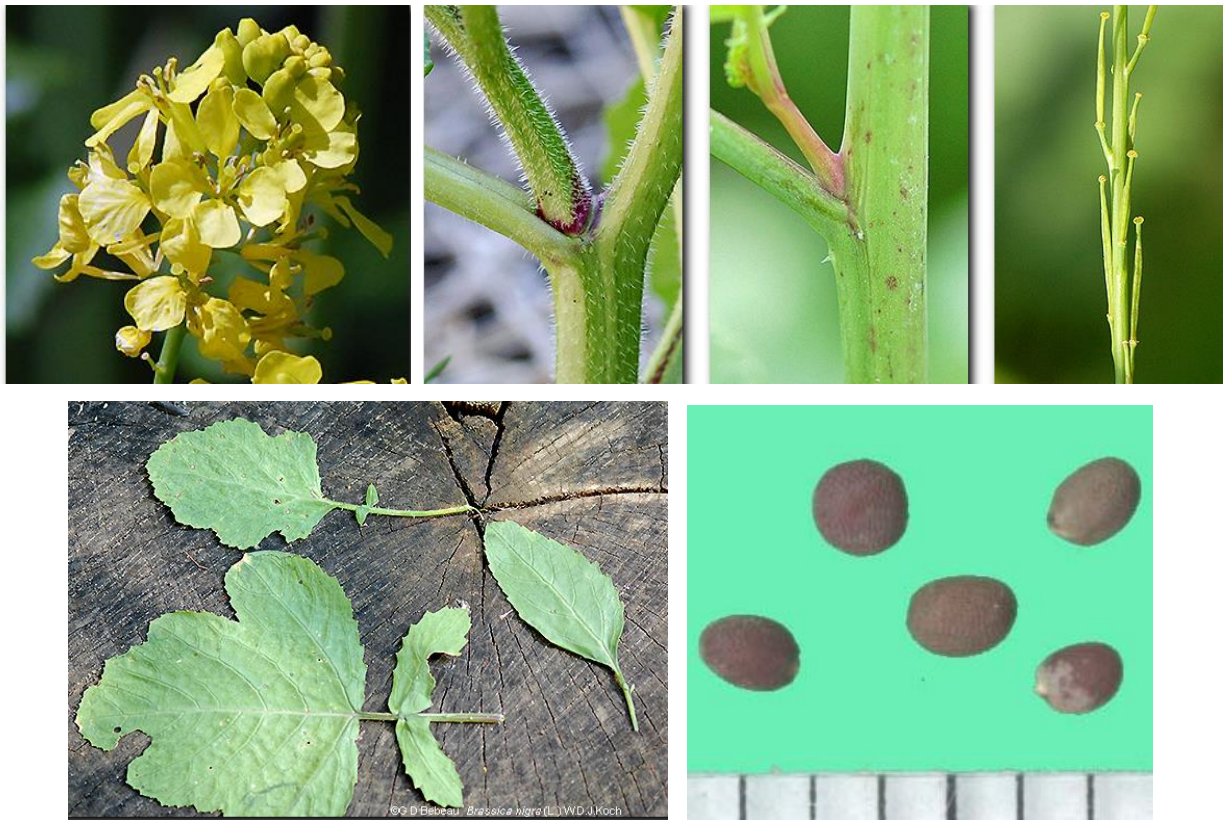


Рис. 1.9. Вегетативні та генеративні ознаки *Brassica nigra*
<https://www.friendsofthewildflowergarden.org/pages/plants/blackmustard.html>

Вітчизняний ринок насіння гірчиці поповнюється насінням зарубіжної селекції дуже повільно, і зараз домінує вітчизняний виробник. Сучасна кон'юнктура ринку гірчиці склалася однозначно на користь вітчизняної селекції, яка наразі охоплює понад 90,9 % частки сегменту [44, 141].

Лише одна установа П. Х. Петерсен Заатцухт Лундегард (Германія) є оригіном двох сортів гірчиці білої та одного – гірчиці сарептської (9,1 %).

Таблиця 1.2

Кількість заявників та сортів різних видів гірчиці в Державному реєстрі сортів рослин, придатних до поширення в Україні, 2022 рік

№ пп	Заявник, власник	<i>Brassica juncea</i>	<i>Brassica nigra</i>	<i>Sinapis alba</i>
1	Інститут олійних культур НААН України	Аннушка, Венера, Мішутка, Новинка, Деметра, Дижонка, Забаганка, Козачка, Мрія, Пріма, Ретро, Тавричанка		Веснянка, Запоріжанка, Талісман
2	Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН України»	Романтика, Шарм	Царівна Півночі	Еталон
3	Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України	Серпанок, Роксолана, Феліція	Доротія, Софія	Аріадна, Підпечерецька
4	Товариство з обмеженою відповідальністю «Терра-Юг Україна»	Корона		Лелека
5	Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України	Росава		
6	Приватне підприємство «Натур Світ»	Сінтіум		
7	Товариство з обмеженою відповідальністю «Бучачагрохлібпром»	Стрипа		Галичанка
8	П. Х. Петерсен Заатцухт Лундеггард, Германія	Террафіт		Альбатрос, Майстер
9	Філатов Віктор Михайлович	Уніка		
10	Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України			Кароліна, Ослава
11	Товариство з обмеженою відповідальністю «Науковий інститут селекції»			Чайка

Переважає більшість сортів гірчиці, представлена в Реєстрі сортів рослин України на 2022 р., не перевищує рік реєстрації 5 років (20 сортів або 50 % від загальної кількості).

Найбільш продуктивним виявився 2018 рік, за результатами якого до Реєстру було внесено по 5 сортів гірчиці білої та гірчиці сарептської та 2 сорти гірчиці чорної (рис. 1.10).

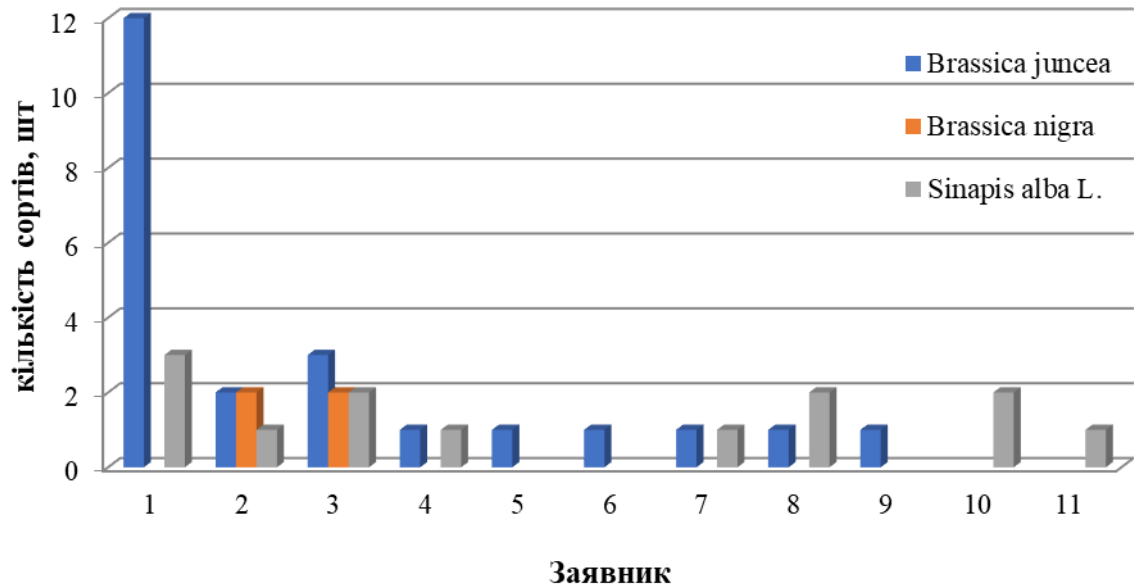


Рис. 1.10. Структура пропозиції насіння гірчиці, де: 1 – Інститут олійних культур НААН України; 2 – Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН України»; 3 – Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України; 4 – Товариство з обмеженою відповідальністю «Терра-Юг Україна»; 5 – Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України; 6 – Приватне підприємство «Натур Світ»; 7 – Товариство з обмеженою відповідальністю «Бучачагрохлібпром»; 8 – П. Х. Петерсен Заатцухт Лундегард, Німеччина; 9 – Філатов Віктор Михайлович; 10 – Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України; 11 – Товариство з обмеженою відповідальністю «Науковий інститут селекції»

Серед загального переліку Реєстру «найстаршим» виявився сорт гірчиці білої Короліна – заявник Інститут кормів та сільського господарства Поділля Національної академії аграрних наук України (рік реєстрації 1994 р.), сорт Тавричанка гірчиці сарептської – заявник Інститут олійних культур НААН (рік реєстрації 1996 р.).

Динаміка сортооновлення свідчить про активну заміну старих сортів новими аналогами, більш сучасними, продуктивнішими та адаптованими до певних природно-кліматичних умов.

За критерієм рекомендованої зони для вирощування найбільша кількість сортів належить до групи універсальних для всіх регіонів України (Степ–Лісостеп–Полісся) – 22. Інші сорти мають більш обмежені регіони культивування. Для зон Степу та Лісостепу визначено шість сортів. Розподіл сортів за цим показником показано на графіку (рис. 1.11).



Рис. 1.11. Розподіл сортів гірчиці, занесених до Державного реєстру, за критерієм рекомендованої зони для вирощування

У розрізі видів розподіл за зонами вирощування показав, що більшість сортів гірчиці білої (76,9 %) рекомендовані для трьох природно-кліматичних зон України, аналогічно у гірчиці сарептської (37,5 %) та гірчиці чорної (66,7 %) (рис. 1.12).

Сортовий асортимент у межах досліджуваних трьох видів гірчиць є нерівномірним. Найбільша частка сортів припадає на гірчицю сарептську – 24 найменування, на другому місці гірчиця біла – 13 сортів. Найбідніше на державному ринку представлено гірчицю чорну (3 сорти).

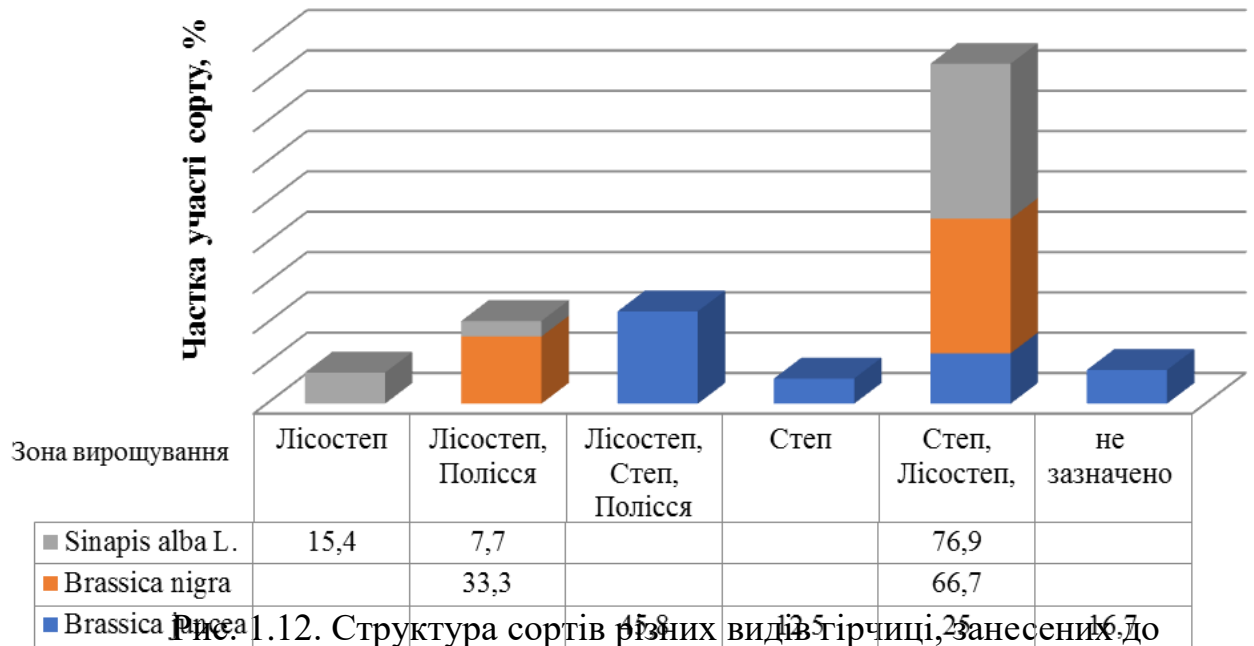


Рис. 1.12. Структура сортів різних видів гірчиці, занесених до Державного реєстру, за критерієм рекомендованої зони для вирощування

Пропозиції насіння на вітчизняному ринку гірчиці в контексті кількості і асортименту характеризуються поступовим розширенням його ємності, з домінуванням вітчизняних виробників. Спостерігається активність оновлення сортів заявниками. Однак спектр заявників у Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, протягом останніх 10 років практично не змінився [32].

Занесені до Реєстру сортів рослин України сорти гірчиці за напрямом використання належать до групи олійних, а саме 23 сорти. Для 17 сортів напрям використання не зазначено. І лише для трьох сортів гірчиці білої зазначено, що їх рекомендовано вирощувати як сидеральну культуру.

Сучасні сорти гірчиці, які внесено до Реєстру сортів рослин України, мало відрізняються один від одного, в описах таких часто зазначено «сортіві ознаки не встановлені». Це призводить до незаконного їх тиражування, збільшення біологічного засмічення, а згодом, як наслідок, – до зниження врожайності та погіршення якості насіння.

Сучасні селекційні дослідження спрямовані на створення нових відмінних високоврожайних сортів гірчиці, що відповідають сучасним вимогам до якісного складу олії та насіння зі зниженим вмістом ерукової

кислоти, глюкозинолатів, адаптованих до умов вирощування. Селекція сортів *Brassica juncea* спрямована на підвищення вмісту в насінні алілової кислоти [144].

Для раціональнішого використання посівних площ, з урахуванням погодно-кліматичних умов України, для підвищення продуктивності гірчиці здійснюються роботи зі створення сортів озимої гірчиці, урожайність селекційних зразків якої свідчить про потенціал у 3,0–3,5 т/га та олійність – до 50 %. Добір за показниками високої зимостійкості та якості насіння дозволить впровадити у виробництво нові сорти озимої гірчиці, які здатні конкурувати з однією із найбільш продуктивних олійних культур – ріпаком озимим, особливо на півдні України [122].

Станом на 2022 рік у Реєстрі сортів рослин України виділено лише 6 сортів озимої форми у *Brassica juncea*, а саме: Аннушка, Венера, Мішутка, Новинка, Романтика, Серпанок. Сорти є універсальними і рекомендовані до вирощування у трьох природно-кліматичних зонах України (СЛП).

Введення гірчиці у промислове виробництво забезпечує розширення асортименту олійних культур і вирішує проблему оптимального співвідношення культур у сівознах. Отже, важливості набувають дослідження адаптивності видів та сортів до умов конкретного регіону вирощування та природно-кліматичних умов. Збільшення посівних площ під такою перспективною культурою, як гірчиця, обумовлене незначними затратами, високим коефіцієнтом розмноження, що дає змогу господарствам, завдяки рентабельності, отримувати значні прибутки [115].

1.3. Особливості сучасних технологій вирощування гірчиці

Аграрна сфера економіки України останніми роками має тенденцію до занепаду внаслідок кризи, спричиненої у 2019–2021 рр. пандемією COVID-19, та через початок воєнних дій 2022 р. Зменшення ринків збуту продукції, зниження рівня державної підтримки, обмеження внутрішніх та зовнішніх джерел фінансування інновацій, зниження рівня інвестиційної привабливості галузі, а особливо відсутність сучасних інноваційних технологій вирощування сільськогосподарської продукції, вимагають розроблення та впровадження передових агроінноваційних технологій, адаптованих до сучасного рівня виробництва, технічної оснащеності, кліматичних умов тощо [10].

Основним чинником підвищення врожайності сільськогосподарських культур в аграрному секторі України на сьогодні є освоєння та впровадження сучасних інтенсивних технологій вирощування, які застосовуються в провідних країнах світу та фермерських господарствах країни [84, 125].

Інтенсифікація сучасних агротехнологій передбачає перехід до ресурсозберігаючого виробництва, використання новітніх районованих сортів і гібридів рослин, раціонального застосування добрив, засобів захисту рослин, новітньої техніки, технологій обробітку ґрунту. Розроблення та застосування нових технологій у рослинництві сприятиме реалізації потенціалу продуктивності сучасних сортів і гібридів сільськогосподарських культур [11, 69, 103].

Високопродуктивні посіви гірчиці формуються завдяки регулюванню численних факторів, які визначають накопичення вегетативної маси та високий біологічний і особливо господарський урожай. Гірчиця в цьому відношенні є більш вимогливою порівняно з іншими культурами [6].

Аналіз наукових публікацій результатів досліджень щодо вивчення технології вирощування різних видів гірчиці показав відсутність цілісного

аналізу всіх елементів технології, зокрема і для умов Лівобережного Лісостепу України.

1.3.1. Посівний комплекс агротехніки вирощування видів гірчиці

Отримання високих урожаїв гірчиці залежить насамперед від вибору поля та попередника.

Відмінними та хорошими попередниками для гірчиці вважають ті культури, які більше накопичують вологи в ґрунті та краще її утримують, а також забезпечують фітосанітарний стан ґрунту. Такими попередниками є чистий пар, горох на зерно, кукурудза МВС, ранні баштанні культури та ранні колосові. Для посушливих районів гарним попередником гірчиці вважається чорний пар, оскільки дозволяє зберегти запаси продуктивної вологи в активному шарі ґрунту [52, 56]. Для боротьби з бур'янами кращими є непарові попередники, а саме багаторічні трави, зернові, зернобобові та просапні культури.

Недопустимими для гірчиці є соняшник, сорго, цукрові буряки та однорічні трави, оскільки значна кількість у верхньому шарі ґрунту немінералізованих рослинних решток ускладнює проведення якісної сівби. Крім того, вони спричиняють значний дефіцит ґрунтової вологи, що впливає на зниження перспективи отримання дружніх сходів. Після проса спостерігається висока забур'яненість фітоценозу падалицею, яка на перших етапах росту та розвитку значно переважає рослини гірчиці.

Недопустимою є сівба гірчиці по гірчиці або інших капустяних культурах (ріпак, редька, суріпиця тощо), оскільки проявляється висока інтенсивність поширення спільних шкідників на сходах (хрестоцвітих блішок) та на генеративних органах (прихованохоботники, попелиця) [115]. Повернення гірчиці на те саме поле сівозміни можливе не раніше ніж через 4–5 років [45].

Для формування дружніх та якісних сходів гірчиця потребує високоякісного обробітку ґрунту, спрямованого на накопичення вологи,

забезпечення фітосанітарного стану ґрунту, розкладання решток попередніх культур та нівелювання поверхні ґрунту на глибину загортання насіння.

Основний обробіток ґрунту під гiрчицю залежить від попередника та ґрунтово-кліматичних умов. Ефективним вважають обробіток ґрунту за системою поліпшеного зябу.

Переважно основний обробіток ґрунту передбачає луцення стерні або дискування на глибину 6–8 см дисковими знаряддями з подальшою оранкою на глибину 23–25 см. На полях із високим ступенем засмічення коренепаростковими бур'янами застосовують повторний обробіток лемішними плугами-луцильниками або плоскорізними культиваторами на глибину 10–12 см із застосуванням боронування для вирівнювання поверхні. У більшості господарств України за сильної забур'яненості застосовують препарати групи гліфосатів (ТМК Гліфосат 480, Гліфос 360, Гліфосат ВК, Раундап Екстра РП, Фелікс, ВГ). Оранку проводять у кінці вересня – на початку жовтня на глибину 25–27 см через два-три тижні після застосування гербіцидів по вегетуючих бур'янах [71, 72].

Допосівний обробіток ґрунту починається із настанням фізіологічної стиглості ґрунту в перші два-три дні польових робіт. Він виконує важливу роль у підготовці до сівби будь-якої сільськогосподарської культури. Ураховуючи специфічні морфобіологічні та екологічні особливості проростання гiрчиці, головна мета допосівного комплексу полягає у створенні оптимального насінневого ложа для насіння, знищенні бур'янів та збереженні вологи на глибині загортання насіння [46, 115, 116].

Через малий розмір насіння та відносно низьку силу росту важливим елементом технологічного процесу вирощування гiрчиці на етапі підготовки ґрунту до сівби є нівелювання поверхні. Вирівняна восени поверхня ґрунту створює оптимальні умови для високоякісної сівби та зумовлює отримання дружніх сходів і формування продуктивного агроценозу [50, 51, 74].

Несприятливі погодні умови або технологічні проблеми під час допосівної підготовки ґрунту восени можуть створити проблеми, які

знижують якість поверхневого обробтку ґрунту. За таких ситуацій навесні рекомендують проведення боронування важкими або середніми шлейф-боронами з подальшою культивацією навесні на глибину 5–6 см [72, 75].

У районах із посушливим кліматом проводять боронування за першої можливості виходу в поле. Культивацію проводять один раз навесні. На полях із високим ступенем забур'яненості однорічними ранніми ярими бур'янами культивацію проводять через 10–12 днів після боронування, що збігається з фазою їх проростання [73, 74, 87, 131].

Сівбу насіння гірчиці проводять у ранні строки одночасно з ранніми ярими зерновими культурами. Гірчичне насіння здатне проростати за температури прогрівання ґрунту $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$, що дозволяє максимально використати накопичені запаси вологи. Однак найкращі умови отримання оптимальних дружніх сходів збігаються з прогріванням ґрунту до $+8\text{--}10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ранні строки сівби сприяють, по-перше, оптимальному розвитку потужної кореневої системи паростків та в подальшому підвищують стійкість рослин до весняної посухи, по-друге, більш швидкому проходженню фаз росту та розвитку, і, по-третє, рання сівба зменшує шкідливу дію хрестоцвітих блішок. Практикою доведено, що запізнення з термінами сівби призводить до зниження рівня врожайності на 15–20 % [114].

Як зазначають у своїх дослідженнях автори, густина стояння рослин капустяних культур впливає на інтенсивність, тривалість і напрямок ростових процесів, продуктивність та якісні показники насіння [138].

Сіють гірчицю сівалками, спроможними забезпечити встановлену норму висіву і глибину заробки насіння. Оптимальною є густина стояння насіння на рівні 1,2–1,5 млн/га за суцільного висіву та 0,8–1,0 млн/га – за широкорядного. Звичайний рядковий спосіб сівби гірчиці з шириною міжрядь 15 см вважають оптимальним. Така ширина міжрядь застосовується на відносно чистих від бур'янів полях [47, 49–51]. Широкорядний спосіб сівби передбачає ширину міжрядь 45 або 70 см.

Рекомендована густота стояння рослин гірчиці сизої на 1 га становить 1,2–2,0 млн шт./га залежно від сортових особливостей та способу сівби. Так, за суцільного висіву норма становить 1,5–2,0 млн схожих насінин на гектар, за широкорядного – 1,2–1,5 млн шт./га.

Глибина загортання насіння залежить від типу та вологості ґрунту. За раннього строку сівби насіння слід загортати на глибину 2–3 см. За пересихання насінневого ложа допускається заглиблення загортання до 5–6 см на легких ґрунтах і до 7–8 см на важких. Норму висіву при цьому рекомендують збільшити на 10–15 % [34, 152, 165].

Норма висіву повинна встановлюватись залежно від маси 1000 насінин, їх схожості, якості обробітку ґрунту тощо. Сіяти необхідно високоякісним кондиційним насінням з лабораторною схожістю не нижче 80–85 %. Перед сівбою насіння протруюють захисними та стимулюючими препаратами із фунгіцидною (Вітавакс 200 ФФ, Карамба в.р.к., Фолікур 250 EW, Колосаль, Максим XL 035 FS) та інсектицидною (Космос, Круїзер 350, F.S., Чинук, Хінуфур) дією. Препарати дозволяють знизити ризик ураження фузаріозною кореневою гниллю, чорною ніжкою, альтернаріозом, пероноспорозом [78, 139.].

Під час висіву гірчиця потребує твердого ложа для насіння, що забезпечується якісним обробітком ґрунту та вибором сівалки.

Озима форма гірчиці, на відміну від ярої, активніше використовує ґрунтову вологу навесні та конкурує з бур'янами. До настання спекотного літнього періоду рослини переходять в генеративну стадію, і втрати врожаю значно знижуються. Озимі сорти гірчиці здатні реалізувати потенціал продуктивності лише за суворого дотримання всіх елементів технології вирощування.

Оптимальними строками сівби озимої форми гірчиці є кінець липня в північних та перша-друга декада серпня в центральних і південних областях України після збирання зернових культур [81, 82]. Окремі дослідники вважають, що за сприятливих погодних умов термін сівби гірчиці, залежно

від географічної широти, може розпочинатися на початку – середині вересня, а в районах Півдня – від 10 до 15 вересня.

Для правильного входу в зиму рослини гірчиці, з одного боку, мають пройти певний етап розвитку: 6–9 справжніх листочків і діаметр кореневої шийки 8–12 см. Ранні строки сівби, особливо в загущених агроценозах, провокують стеблуння рослин, через що швидко втрачаються поживні речовини. За перших ознак стеблуння посіви обробляють ретардантами, рекомендованими для застосування на ріпаку. Через незначний попит на цю групу препаратів, окремо для гірчиці в Переліку препаратів, дозволених для використання в Україні, її не виокремлено. Норму витрат препарату визначають залежно від фази розвитку рослин [85, 163, 169, 173, 176, 177, 178]. Перерослі, особливо загущені, посіви не здатні сформувати максимальну насінневу продуктивність.

1.3.2. Догляд за посівами гірчиці (добрива, шкідники, бур'яни)

Післясходовий догляд за посівами гірчиці передбачає заходи, спрямовані на отримання ранніх і дружніх сходів, утримання агроценозів у чистому фітосанітарному стані та створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин.

Комплекс заходів з догляду починається одразу після сівби. За утворення ґрунтової корки проводять досходове боронування легкими зубовими боронами з робочою швидкістю 5–6 км/год. У загущених посівах застосовують післясходове боронування у фазі 3–5 справжніх листків культури. На широкорядних посівах у фазу 3–4 листків проводять міжрядну культивування односторонніми плоскорізними лапами, пізніше – універсальними стрілочастими на глибину 4–5 см та 5–6 см відповідно [76, 112].

Зважаючи на морфологічні особливості кореневої системи, рослини гірчиці потребують достатньо високої родючості ґрунту. Від забезпеченості гірчиці поживними речовинами залежать ріст і розвиток рослин, їх стійкість

проти хвороб і шкідників, а зрештою – врожайність насіння. Культура позитивно реагує на дію мінеральних і післядію органічних добрив. На формування 1 ц насіння гірчиця використовує: азоту – 5,5–6,0 кг, фосфору – 2,5–3,0 кг, калію – 4,0–5,0 кг [1, 18, 20, 55, 63].

Швидкість надходження поживних речовин залежить від утворення в рослинах вуглеводів та інших органічних сполук, а винос поживних речовин на одиницю врожаю змінюється залежно від ґрунтово-кліматичних умов, попередників, агротехніки, добрив і сорту [70]. Норми внесення мінеральних добрив розраховують виходячи із величини запланованого врожаю, родючості ґрунту і попередника.

Залежно від технології вирощування норми добрив становлять: N – 40–80, P₂O₅ – 40–60, K₂O – 40–80 кг/га діючої речовини [82, 91, 93, 106-108, 119].

Завдяки високим поглинальним властивостям кореневої системи гірчиця добре використовує поживні речовини ґрунту. Для урожайності гірчиці на рівні 2,0–2,5 т/га достатньо внести 80–100 кг/га азоту. На легких піщаних ґрунтах норми азоту 80 кг/га і більше слід вносити частинами, оскільки існує небезпека його вимивання в нижні ґрунтові горизонти [34, 76, 83]. Збільшення дози азотних добрив до 120–140 кг/га, як показують результати окремих дослідників, впливає на урожайність олії, його вихід та вміст білка в насінні гірчиці [174, 179]. Однак збільшення дози веде до надмірного вегетативного росту і зниження рівня врожаю насіння [161, 162].

Азотні добрива посилюють біосинтез білка і тим самим впливають на процес оліеутворення. Установлено, що споживання рослинами азоту відбувається інтенсивно протягом усього періоду вегетації, уповільнюючись лише під час наливу насіння. Найбільша кількість азоту концентрується в листках і стеблах, під час плодоутворення зростає надходження до насіння [146, 152].

Фосфор і калій сприяють накопиченню олії в насінні, а азотні добрива посилюють біосинтез білка, але негативно впливають на оліеутворювальний

процес [20]. Споживання фосфору рослинами гірчиці зростає поступово. Так, на початкових етапах споживання незначне, найбільш інтенсивно накопичення його у вегетативній масі відбувається в період початку цвітіння і до досягання. Найбільша потреба в калії відмічається в період з початку бутонізації і до кінця цвітіння [104]. Внесення азотно-фосфорних добрив сприяє приросту збору насіння на 0,42–0,70 т/га. Перевищення дози азотних добрив або висока мобілізація азоту в ґрунті викликають подовження терміну цвітіння і сильне запізнення дозрівання. Це призводить до зниження якості насіння, ускладнення збирання та збільшення втрат. Зазвичай на посівах гірчиці достатньо одноразового внесення азоту.

Фосфорні й калійні добрива рекомендується вносити під зяблеву оранку або під передпосівну культивуацію, а азотні – перед висівом культури. У зонах достатнього зволоження азот необхідно вносити роздільно: 2/3 норми – до сівби, решту – у підживлення [173, 177, 178].

На дерново-опідзолених кислих ґрунтах необхідно вносити під оранку 3–4 т/га вапна під попередник. Добре впливає на підвищення врожайності насіння сарептської гірчиці і збільшення її олійності внесення гранульованих добрив. На чорноземах, добре забезпечених фосфором і калієм, ці мікроелементи не вносять. За наявності органічних добрив їх вносять під культуру-попередник у сівозміні. Пряме застосування органічних добрив може призвести до гіперрозвитку вегетативної маси та вилягання посівів [20, 103].

Особливу увагу потрібно звертати на достатнє забезпечення гірчиці таким мікроелементом, як сірка. Забезпечити рослину сіркою можна внесенням сірковмісних добрив із розрахунку 8–10 кг/га на 10 ц/га урожайності [21, 34, 104, 128].

Швидкість надходження поживних речовин залежить від утворення в рослинах вуглеводів та інших органічних сполук, а винос поживних речовин на одиницю врожаю змінюється залежно від ґрунтово-кліматичних умов, попередників, агротехніки, добрив і сорту [24].

У період вегетації гірчиця, як будь-яка інша культура, відчуває вплив несприятливих факторів, які призводять до зрідження посівів. Між густотою стояння рослин у період сходів та період збирання такий вплив може бути досить суттєвим [46]. Ступінь зрідження залежить від допосівної підготовки ґрунту, норми і способів сівби, строків сівби, норм мінерального живлення. Покращення мінерального живлення знижує загибель рослин від сходів до збирання [101].

Одним із заходів технології вирощування гірчиці є підвищення конкурентоспроможності культури на ранніх етапах онтогенезу щодо бур'янів. Проблему забур'яненості посівів гірчиці можна вирішити за допомогою гербіцидів. Гербіциди на гірчиці застосовують до і після сівби, а також по сходах культури. Досходове внесення ґрунтових гербіцидів через низькі температури не завжди ефективно на ярих посівах. За середніх термінів сівби застосовують препарати бутизан 400, девринол, дуал голд, трефлан, середня ефективність яких становить 52–70 % [74, 75, 140].

Післясходове застосування гербіцидів є більш ефективним у фазу 2–4 листків у злакових бур'янів та 3–4 справжніх листків у гірчиці [84].

Науковці вважають, що найбільші втрати врожаю гірчиці виникають за рахунок недотримання агротехніки догляду за посівами. У природно-кліматичних умовах України визначено 211 видів фітофагів, які пошкоджують капустяні культури. За даними Р. В. Яковлева, в Лісостепу України гірчицю пошкоджують 32 види фітофагів, які за ступенем поширення і шкідливості умовно можна розподілити на три групи [141–145].

Основні шкідники – найпоширеніші види, що завдають суттєвої шкоди гірчиці, зокрема представники родини Листоїди (*Chrysomelidae*) – хрестоцвіті блішки: чорна, синя, смугаста, світлонога та виїмчаста. Їх кількість за появи сходів значно перевищує ЕПШ. Окремо відмічено велику кількість шкідника генеративних органів гірчиці з родини Блищанки (*Nitidulidae*), а саме ріпакового квіткоїда, який починає активно заселяти та пошкоджувати

рослини у фазі бутонізації. Для регулювання чисельності цих фітофагів слід постійно проводити превентивні заходи захисту [145].

Другорядні – спалахи щільності популяції шкідників спостерігаються в окремі роки (капустяна попелиця, клопи, прихованохоботники, білани).

Постійний моніторинг за динамікою їх чисельності – важливий елемент технології захисту культури та неодмінна умова отримання стабільних прибутків.

Супутні види – кількість і шкідливість цих комах незначна, тож вони не потребують проведення цілеспрямованих заходів захисту рослин [145].

Для захисту проростків і сходів від шкідників насіння перед висівом протруюють системними препаратами, які дають змогу захистити посіви на 20–30 днів від пошкодження блішками, наприклад, Офтанол Т, 50 % з. п. (4,0 кг/ц), Чинук, 20 % т. к. с. (2,0 л/ц), Хінофур, 40 % т. п. (1,5–1,8 л/ц) та інші. За наявності більше 3 особин хрестоцвітих блішок на 1 м² або 1 укол у сім'ядольному листочку на 30 % рослин посіви обприскують одним із інсектицидів: Бульдок, 2,5 % к. е. (0,3 л/га), Волатон, 50 % к. е. (1,0 л/га), Децис, 2,5 % к. е. (0,3 л/га), Золон, 35 % к. е. (1,6–2,0 л/га), Карате, 5 % к. е. (0,15 л/га), Сумі-альфа, 5 % к. е. (0,2 л/га), Фастак, 10 % к. е. (0,15 л/га), Ф'юрі, 10 % к. е. (0,07–0,1 л/га). За досягнення ЕПШ обов'язковим є хімічний обробіток, який бажано проводити, застосовуючи препарати із максимальним спектром інсектицидної дії [21, 40–43, 126].

У період цвітіння – утворення стручків посівам гірчиці білої може завдати шкоди капустяна попелиця, особливо якщо рік сприятливий для її розмноження. У такому разі слід вчасно провести крайову обробку, використовуючи препарат Децис, 2,5 % к. е. (0,3 л/га) [48, 153].

Доведено доцільність та ефективність захисту посівів ріпаку ярого та гірчиці від хрестоцвітих клопів способом обприскування у фенофазі жовтого бутона такими інсектицидами системної дії: Біская, 25 % о. д. (0,25 л/га), Борей, к. с. (0,1 л/га), Моспілан 20 %, р. п. (0,1 кг/га), Нурелл Д, 500 к. е. (1 л/га).

Захист рослин гірчиці від шкідників та хвороб є вирішальним складником отримання високих урожаїв насіння. В окремі роки, коли спостерігається масовий розвиток небезпечного ентомокомплексу гірничного агроценозу, можливий недобір урожаю дорівнює 40–50 %, за посушливої та спекотної погоди під час вегетації втрати можуть бути ще суттєвішими [17].

Для боротьби з хворобами, до яких належать несправжня борошниста роса, переноспороз, біла та світла плямистість, використовують фунгіцид Ридоміл Голд МЦ 68 WG [68].

Гірчицю доцільно вирощувати лише за умови забезпечення її ефективним захистом від шкідливих організмів, що не тільки збільшить продуктивність рослин, а й вміст у насінні сирої олії, що збільшить вихід кінцевого продукту на 34 % з одиниці площі. Для захисту посівів варто поєднувати агротехнічні, хімічні та біологічні заходи.

1.3.3. Збирання та переробка врожаю

Складність збирання гірчиці пов'язана з її біологічними особливостями: дрібнонасі́нністю, нерівномірним досяганням, схильністю стручків до розтріскування [59]. Наявність таких біологічних особливостей призводить до значних втрат вирощеної продукції. Тому повноцінний урожай вдається отримати лише за умови правильного вибору терміну скошування. За раннього збирання насіння виходить щуплим, знижуються вихід олії та її якість, до того ж запізнювання зі строками збирання веде до втрат урожаю за рахунок осипання насіння [62].

Окремі дослідники вважають, що починати збирання гірчиці доцільно двофазним способом, особливо за сильної забур'яненості посівів. Рослини скошують у валки з висотою зрізу 20–30 см. За настання фази повної стиглості насіння та вологості 12–15 % збирання проводять однофазним способом. Пряме комбайнування зменшує втрати насіння, що можуть бути при підборі валків та пошкодженні гірчиці опадами за роздільного способу збирання.

Для гірчиці сарептської рекомендують двофазне збирання. Посіви скошують у валки за вологості насіння 25 %, коли воно має типовий для виду колір, нижні листки опадуть, рослини світло-жовтого відтінку. Якщо посіви не засмічені, застосовують пряме комбайнування. Валки вимолочують зернозбиральними комбайнами через 3–4 дні після скошування за вологості насіння гірчиці не більше 10–11 % [59, 62].

Гірчицю білу, стручки якої майже не розтріскуються й насіння не висипається, збирають прямим комбайнуванням за повної стиглості насіння.

Стручки чорної гірчиці, на відміну від сарептської, під час дозрівання розтріскуються, розкидаючи насіння червоно-коричневого кольору.

Прямим комбайнуванням збирають урожай гірчиці на чистих від бур'янів посівах. Для уникнення втрат збирання проводять на висоті зрізу 5–10 см від прикріплення нижнього ярусу стручків, що знижує втрати зерна, зменшує його вологість і кількість зелених рослинних домішок у насінні. Оптимальна вологість насіння для обмолочування становить 10–12 %. Залишати посіви для досушування (вологість нижче 10 %) не рекомендовано, оскільки це загрожує великими втратами.

За сильного рівня засмічення посівів гірчиці бур'янами, щоб уникнути втрат, за два тижні до збирання проводять десикацію Реглоном Супер 150 WS, Гліфоганом, Раундапом, Домінатором із подальшим прямим комбайнуванням за вологості зерна 12–15 % [59]. За вологості насіння нижче 10 % втрати можуть становити більше 50 % [62]. Також може бути застосоване роздільне збирання. За такого способу скошування проводять за вологості насіння 30–35 %. Висота зрізування рослин має бути не нижче 20 см, з метою створювання оптимальних умов для підсушування та провітрювання валків. Обмолот валків проводять за досягнення вологості насіння 10–12 %, після чого проводять первинне очищення насіння, що запобігає підвищенню його вологості. Надалі проводять досушування насіння до стандартної кондиції [116].

На питанні диференціації підходу до вибору стратегії збирання гірчиці залежно від її виду (так, біла гірчиця майже не осипається, а сарептська і чорна, залежно від сорту, можуть втрачати на корені до 30 % насіння) наполягає група дослідників на чолі із І. М. Кифоруком [78]. На їх думку, вибір строків, способів і технічних засобів збирання гірчиці мають визначальне значення для одержання кінцевих результатів.

У виробничих умовах оптимальним терміном за роздільного збирання скошування рослин гірчиці є фаза воскової стиглості, коли близько половини стручків на рослині набуває лимонно-жовтого відтінку, нижнє і середнє листя центральної гілки опаде, а насіння в нижніх стручках центральної гілки набуде забарвлення, властивого конкретному сорту. Вологість насіння в цей період досягає 30–35 % [47, 80].

Технологія прямого комбайнування гірчиці є сьогодні загальноприйнятою і стандартною. Однак засоби збирання мають відповідати комбайнам, які пристосовані для дрібнонасінних культур. У такому разі значну роль відіграє висота зрізу стерні. Велика кількість втрат припадає на бокові ножі. Зниження частоти обертання мотовила є обов'язковим, але при цьому повинен бути забезпечений рівномірний рух при збиранні. Найменші втрати при збиранні дрібнонасінних культур, зокрема й гірчиці, досягаються за використання комбайнів Massey Ferguson, Fendt, Chelenger, які комплектуються спеціальними РР – (стрічковими) жатками [34, 132].

Первинне очищення зерна гірчиці проводять відразу після збирання врожаю. Для цього використовують очисні машини типу ОВП-20А, ОВС-20, «Петкус Селектра», зерноочисні агрегати ЗАВ-20, ЗАВ-40 або пересувні машини, дообладнані решетами Б1, Б2, В, Г [128].

За підвищеної вологості насіння сушать методом активного вентилявання в бункерах в єдиному потоці з очищенням. За відсутності сушарок активного вентилявання насіння сушать на відкритих майданчиках. Після доведення вологості насіння до 8–9 % проводять вторинне очищення за допомогою машин ОС-4,5, СМ-4, «Петкус-Гігант К-531/1» [134]. Також це

досягається перекиданням насінневої маси та активним її сушінням із вентиляцією.

Базисною встановлено вологість для тривалого зберігання у зерносховищах 10 % [128]. На зберігання озиму гірчицю рекомендується закладати з вологістю насіння 8 % [141].

Технічні вимоги до насіння гірчиці визначаються базисними (за якими здійснюють розрахунки) та обмежувальними нормами. За вологістю насіння гірчиці поділяється на сухе – вологість до 8,0 %, середньої сухості – 8,1–12 %, вологе – 12,1–14 % та зволожене – за вологості більше 14 %. У зерновій масі з вологістю понад 13 % відбувається процес самозігрівання [37].

За засміченістю насіння поділяють на: чисте – вміст сміттєвих домішок до 2 %, олійних до 6 %; середньої чистоти – сміттєвих – 2,1–5 %, олійних – 6,1–10 %; засмічене – сміттєвих домішок більше 5 %, олійних – більше 10 %. Насіння гірчиці як промислова сировина поділяється на типи та підтипи залежно від виду та кольору насіння. У кожному типі чи підтипі домішок насіння гірчиці іншого кольору допускається не більше 5 %. Насіння гірчиці зі значним вмістом домішок насіння інших типів визначають як суміш типів чи підтипів, зазначаючи склад у відсотках [37, 102].

Висновки до розділу 1

1. Багатовекторність використання гірчиці та продуктів її переробки забезпечує сталий попит сировини на внутрішньому та зовнішньому ринках агропродукції. За останні десять років світові посівні площі під гірчицею змінилися в межах від 0,7 до 1,1 млн га. Інтерес виробників до гірчиці характеризується нестабільністю, однак останніми роками почала спостерігатися певна сталість. Зростання попиту на насіння гірчиці також пов'язане з епідемією коронавірусної хвороби, спричиненою COVID-19.

2. Частка українського виробництва насіння гірчиці становить 4 % світового обсягу. Географія максимальних площ посіву змістилася до Херсонської, Харківської, Чернігівської, Одеської та Полтавської областей. Ґрунтово-кліматичні умови України дозволяють вирощувати три основні види гірчиці, а саме: у південних та південно-східних областях та степовому Криму – гірчицю сарептську (сиза); у північно-західних районах Лісостепу та Поліссі України – гірчицю білу. Гірчиця чорна займає незначні площі (до 1 % від загального гірчичного клину). Наразі в Україні є достатньо резервів для збільшення посівних площ гірчиці та нарощування експорту насіння та продуктів його переробки.

3. Стабільний попит на гірчичне зерно з боку європейських експортерів та внутрішніх споживачів продуктів переробки дозволив їй зайняти важливе місце у структурі олійних культур. До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, занесено сорок сортів гірчиці, серед яких на першому місці гірчиця сарептська (23 сорти), на другому – гірчиця біла (14 сортів) та на третьому – гірчиця чорна (3 сорти). Більшість сортів гірчиці білої (76,9 %) рекомендовані для трьох природно-кліматичних зон України, аналогічно у гірчиці сарептської (37,5 %) та гірчиці чорної (66,7 %). У Реєстрі сортів рослин України виділено лише 6 сортів озимої форми гірчиці сарептської.

Вітчизняний ринок насіння гірчиці поповнюється насінням зарубіжної селекції дуже повільно, і наразі домінує вітчизняний виробник. Сучасна кон'юнктура ринку гірчиці склалася однозначно на користь вітчизняної селекції, яка нині охоплює понад 90,9 % частки сегмента.

Введення гірчиці у промислове виробництво забезпечує розширення асортименту олійних культур і вирішує проблему оптимального співвідношення культур у сівозмінах. Отже, важливого значення набувають дослідження адаптивності видів та сортів до умов конкретного регіону вирощування та природно-кліматичних умов. Збільшення посівних площ під гірчицею дає змогу забезпечити високу економічну ефективність.

4. Зональні технології вирощування різних видів гірчиці мають дискусійні моменти, що потребують більш глибокого вивчення. Зокрема, комплексу агротехнологічних заходів, завдяки яким формуються оптимальні умови росту та розвитку агроценозів: а саме: спосіб сівби та норма висіву, строки сівби, глибина сівби, операції із догляду за рослинами, збирання та зберігання врожаю.

5. Зважаючи на сучасні світові тенденції аридизації клімату, актуальним є питання збільшення посівних площ під нішевыми посухостійкими сільськогосподарськими культурами, до яких належать гірчиця сарептська, біла та чорна для умов Лівобережного Лісостепу України.

Список використаних джерел до розділу 1

1. Алі Шахід. Вплив норм мінеральних добрив на ріст та розвиток рослин гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2018. № 101. С. 136–140.
2. Архипенко Ф. М., Войтовик М. В., Оксимець О. Л., Любчич О. Г. Гірчиця як олійна та кормова культура : зб. наук. праць Інституту землеробства УААН. К. : Нора-прінт, 2000. Вип. 1. С. 48–51.
3. Архипенко Ф. М., Слюсар С. М., Оксимець О. Л. Гірчиця біла – культура широкого діапазону використання. *Агроном*. 2006. № 3. С. 26–28.
4. Базалій В. В., Жуйков О. Г. Еколого-технологічне обґрунтування способу основного обробітку ґрунту при вирощуванні гірчиці білої в зоні Сухого Степу. *Таврійський науковий вісник: Зб. наук. пр.* Херсон: Грінь Д.С. Вип. 80. 2012. С. 9–14.
5. Базалій В. В., Домарацький Є. О., Козлова О. П. Вплив стимуляторів росту та біофунгіцидів на архітектоніку різних морфобіотипів соняшника. *Науково-виробничий журнал: Техніка і технологія АПКІІВ*. № 2 (111). Київ, 2019. С. 24–28.
6. Базалій В. В., Зінченко О. І., Лавриненко Ю. О. Рослинництво : підручник. Херсон : Грінь Д.С., 2015. С. 353–371.
7. Байдала В. В., Мірзоєва Т. В., Мірзоєв Т. Д. Господарська цінність технічних нішевих культур і перспективи розвитку їхнього виробництва. *Економіка і управління бізнесом*, 14(1). 2023 5. С. 23.
8. Барбарич А. І., Дубовик О. М., Стрелко Д. В. Жироолійні рослини України: довідник. К. : Наукова думка, 1973. 132 с.
9. Бердніков О. М. Зелені добрива. К. : Т-во «Знання» УРСР, 1988. 48 с.
10. Білінська В. Сучасні інноваційні технології в сільському господарстві: основна характеристика та перспективи впровадження. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Economics*, 2015; 7 (172).

11. Біологізація землеробства в Україні: реалії та перспективи /за ред. В. В. Іванишина, І. А. Шуvara. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2016. 284 с.
12. Біологічна цінність олії гірчиці сарептської: *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті* : тези доповідей 75-ї наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів (Київ, 13–14 квітня 2009 р.). М-во освіти та науки, Національний ун-т харчових техн. К.: НУХТ, 2009. 204 с.
13. Блищик С. П., Нікитчин Д. І., Гуцаленко А. П. Вивчення деяких прийомів агротехніки гірчиці в посушливих умовах Запорізької області /С. П. Блищик. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН. 1998. Вип. 3. С. 187–189.
14. Блищик С. П. Вплив прийомів вирощування на урожайність гірчиці сарептської. *Наукові проблеми виробництва зерна в Україні та сучасні методи їх вирішення* : Всеукр. наук.-практ. конференц. молодих вчених і спеціалістів. Дніпропетровськ, 2000. С. 110.
15. Бутенко С. О., Цзя П., Колосок В. Г. Особливості використання фотосинтетично активної радіації рослинами гірчиці ярої в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Гончарівські читання : матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Суми, 25 травня)*. Суми, 2021. С. 78–79.
16. Бутенко С. О., Цзя Пей Пей. Перспективи вирощування гірчиці озимої в умовах північно-східного лісостепу України: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції (с. Олександрівка Дніпропетровська обл., Україна 27 листопада 2018 р.). 2018. С. 93.
17. Ведмедєва К. В. Перспективні олійні. *The Ukraine Farmer*. 2016. № 1. С. 20.
18. Вирощування гірчиці білої може зменшити витрати на добрива на 30–50 %. 2022. URL : <https://superagronom.com/news/16238-viroschuvannya-girchitsi-biloyi-mozh-zmenshiti-vitrati-na-dobriva-na-30-50>.

19. Влияние различных форм минеральных удобрений на урожайность горчицы /А. Ф. Минаковский и др. Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. Горки: БГСХА, 2018. С. 146–149.
20. Внесення мінеральних та органічних добрив під урожай сільськогосподарських культур. Статистичний бюлетень Державної служби статистики України 2010–2012 роки.
21. Вовченко Ю. В., Вовченко В. М., Фурсова Г. К. Досвід вирощування гірчиці за інтенсивною технологією. Х. : Магда LTD, 2005. 13 с.
22. Вовченко Ю. В., Фурсова Г. К. Хімічний склад насіння та вегетативної маси гірчиці залежно від погодних умов періоду вегетації. *Селекція і насінництво*. 2008. Випуск 95. С. 273–282.
23. Гаврилюк М. М., Салатенко В. Н., Чехов А. В., Федорчук М. І. Олійні культури в Україні. К. : Основа. 2008. 420 с.
24. Герт П. А. Вітвицький П. А. Сидерати – це врожай. Житомир : ЦНТЕІ, 2005. 26 с.
25. Гірчиця /М. І. Абрамик. та ін. Івано-Франківськ : Симфонія Форте, 2011. 32 с.
26. Гірчиця /за ред. П. І. Гадза. Івано-Франківськ, 2014. 96 с.
27. Гірчиця біла : біологія і агротехніка вирощування. URL : <http://webfarmerstvo.org.ua/roslynnyctvo/girchycja-bilatehnologija-viroshhuvannja.php>
28. Гірчиця біла та її ефективне використання в біологізації землеробства /І. А. Шувар, І. Є. Бойко, Н. М. Лис, Р. А. Верещинський. Львів: ЛНАУ, 2009. 69 с.
29. Гірчиця в Україні URL : <http://buklib.net/books/3038/>
30. Глобальний ринок рослинних олій. Oilseeds: World Markets and Trade. November Foreign Agricultural Service/USDA. 2021. URL : <http://agro->

business.com.ua/agro/ekonomichniy-hektar/item/23883-hlobalnyi-rynok-roslynnykh-olii.html

31. Гусарова А. Гірчиця як попередник пригнічує поширення кореневих гнилей. URL : <https://superagronom.com/news/6406-girchitsya-yak-poperednik-prignichuyeposhirennya-korenevih-gniley-doslidjennya>.

32. Губенко Л. Гірчичні реалії та перспективи. *Пропозиція*. 2019. № 1. URL: <https://propozitsiya.com/ua/girchichni-realiyi-taperspektyvu>.

33. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyeestr-sortiv-roslin>

34. Домарацький Є. О. Адаптація агротехніки вирощування основних сільськогосподарських культур до змін кліматичних умов південного Степу України. *Онтогенез – стан, проблеми, та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Херсон : РВЦ «Колос», 2016. С. 14–16.

35. Домарацький Є. О. Глобальне потепління – палиця з двома кінцями для українських аграріїв. *Стан і перспективи селекції в умовах змін клімату* : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. 23 лютого 2018 року. Херсон : Інститут зрошуваного землеробства НААН, 2018. С. 44–47.

36. Досвід вирощування гірчиці в Україні URL : http://dosvniimk/recomend_gor.php

37. Досвід вирощування гірчиці у НПФ «Рапсойл» URL : <http://rapsoil.ua/mustard/mustard-tehnologiya/>

38. ДСТУ 1052:2005. Гірчиця харчова. Загальні технічні умови. [Чинний від 2006-07-01]. Київ, 2006. 16 с. (Інформація та документація).

39. Евтушенко М. Д. Станкевич С. В. Сезонная динамика численности рапсового цветоеда, *Meligethes aeneus* (F., 1775) (Coleoptera: Nitidulidae) на яровом рапсе и горчице в Харьковском районе. *Изв. Харьк. энтомологического общества*. Х.: ХНАУ, 2012. Т. XX. Вып. 2. С. 65–68.

40. Елешев Р. Е., Умбетов А. К., Рамазанова Р. Х. Влияние удобрений на плодородие почвы и продуктивность масличных и зернобобовых культур

в орошаемой зоне Юго-Востока Казахстана. *Почвоведение и агрохимия*. 2013. № 3. С. 68–78.

41. Євтушенко М. Д., Вільна В. В. Видовий склад сисних шкідників ріпаку ярого і гірчиці та особливості біології хрестоцвітих клопів. *Вісн. Харк. нац. аграр. ун-ту ім. В. В. Докучаєва. Серія. Фітопатологія та ентомологія*. 2014. № 1–2. С. 70–80.

42. Євтушенко М. Д., Станкевич С. В. Фітофаги озимого та ярого ріпаку та гірчиці на дослідному полі ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. *Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів* :зб. доп. VIII міжнар. наук. конф. аспірантів і студентів. Т. 2. Донецьк, 2009. С.14–15.

43. Євтушенко М. Д., Станкевич С. В., Вільна В. В. Хрестоцвіті блішки, ріпаковий квіткоїд на ріпаку ярому й гірчиці у Східному Лісостепу України: монографія. Харк. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. Х. : Майдан, 2014. 170 с.

44. Євтушенко М. Д., Станкевич С. В., Федоренко Н. В. Видовий склад та динаміка чисельності основних шкідників олійно-капустяних культур у Харківській області. *Вісн. Харк. нац. аграр. ун-ту ім. В. В. Докучаєва. Сер. Ентомологія та фітопатологія*. Х. : ХНАУ, 2008. № 8. С. 47–54.

45. Жаркова Г. Огляд нових сортів та гібридів олійних культур. *Пропозиція*. 2001. № 11. С. 46–49.

46. Женченко К. Гірчиця сарептська має лідирувати в п'ятипільних зернопросапних сівозмінах. *Зерно і хліб*. 2013. № 3. С. 53–54.

47. Жердецька С. В. Вплив норм висіву насіння на врожайність гірчиці сизої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2017. № 9. С. 69–72.

48. Жердецька С. В. Вплив строків сівби на врожайність гірчиці сизої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2016. № 9. С. 85–87.

49. Жердецька С. В., Мельник А. В., Шабір Г., Шахід А. Урожайність гірчиці залежно від погодно-кліматичних умов північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2016. № 2. С. 127–130.

50. Жернова Н. П. Вплив способів сівби та норм висіву на продуктивність гірчиці сарептської сорту Світлана. *Агроном*. 2012. №1. С. 211–213.

51. Жернова Н. П. Удосконалення прийомів технології вирощування гірчиці білої в умовах південного Степу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Херсон, 2011. 16 с.

52. Жернова, Н. П. Вплив елементів технології на продуктивність гірчиці сарептської сорту Світлана. *Науково-технічний бюлетень інституту олійних культур УААН*. №14. 2009. С. 143–149.

53. Жуйков Г.Є. Жуйков О.Г. Роль гірчиці та продуктів її переробки у формуванні продуктового сегменту АПК України. *Науково-виробничий журнал «Бізнес-навігатор»*, МУБіП. Херсон, 2013. Вип. 1 (30). С. 141–147.

54. Жуйков О. Г. Агроекологічний потенціал гірчиці сарептської. *Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр.* Херсон: Айлант, 2001. Вип. 20. С. 122–124.

55. Жуйков О. Г., Ніценка. В. С. Виробничо-економічний потенціал, універсальність використання та агробізнесові перспективи культури гірчиці в Україні. *Агробізнес: проблеми, сучасний стан та перспективи 310 розвитку: зб. наук. праць*. Одеса : ТОВ «Лерадрук», 2013. Кн. 3. С. 106–122.

56. Жуйков О.Г., Жуйкова К. О. Водоспоживання гірчиці сарептської залежно від рівня вологозабезпеченості та норми мінеральних добрив. *Зрошуване землеробство: зб. наукових пр.* Херсон : Айлант, 2006. Вип. 46. С. 104–109.

57. Жуйков О. Г. Гірчиця в Південному Степу: агроекологічні аспекти і технології вирощування (наукова монографія). Херсон: Видавець Грінь Д.С., 2014. 416 с.

58. Жуйков О. Г., Жуйкова К. О. Гірчиця сарептська: нереалізовані резерви ринку олійної сировини України. *Зрошуване землеробство: зб. наук. пр.* Херсон : Айлант, 2008. Вип.49. С. 206– 211.

59. Жуйков О. Г. Динаміка вмісту основних елементів мінерального живлення в сухій речовині гірчиці сарептської (сизої) залежно від норм мінеральних добрив і рівня вологозабезпеченості. *Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр.* Херсон : Айлант, 2005. Вип. 42. С. 44–50.

60. Жуйков О. Г. До питання вибору способу комбайном збирання гірчиці сарептської на насіння. *Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр.* Херсон : Айлант, 2005. Вип. 40. С. 93–98.

61. Жуйков О. Г. До питання доцільності передзбиральної десикації та застосування плівкоутворювачів при вирощуванні гірчиці сарептської в умовах півдня України. *Проблеми сільського господарства на сучасному етапі та шляхи їх вирішення: наук.-практ. конф.* Миколаїв : Миколаївська ДС ІЗЗ, 2012. С. 10–12.

62. Жуйков О. Г. Логвіновський А. Я., Тарасов К. В. Кількісно-якісні показники ефективності застосування позакореневого підживлення олійних культур родини Капустяні в агрофітоценозах півдня України. *Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр.* Херсон : Грінь Д.С., 2011. Вип. 77. С. 50–54.

63. Жуйков О. Г. Оцінка ефективності різних способів комбайнового збирання видів гірчиці в умовах південного степу України. *Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України: II Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнародною участю.* Тернопіль : Крок, 2012. С. 69–70.

64. Жуйков О. Г. Продуктивність та якість насіння гірчиці сарептської в залежності від рівнів зволоження та норм мінеральних добрив. *Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр.* Херсон : Айлант, 2000. Вип. 16. С. 114–116.

65. Жуйков О. Г. Ринок гірчиці в Україні: стан, проблеми, перспективи. *Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр.* Херсон : Грінь Д.С., 2014. Вип. 87. С. 39–47.

66. Жуйков О. Г., Логвіновський А. Я. Розробка елементів блоку догляду за рослинами в зональній адаптивній технології вирощування гірчиці чорної /*Brassica nigra*/ в незрошуваних умовах півдня України. *Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 140-річчю заснування Херсонського ДАУ.* Херсон, 2014. С. 59–72.

67. Жуйков О. Г., Жуйкова К. О. Технологіко-екологічні аспекти оптимізації кількісних і якісних показників гірчиці жирної та ефірної (алілової) олії. *Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр.* Херсон: Айлант, 2004. Вип. 30. С. 52–57.

68. Журавель В., Буділка Г. Гірчиця – альтернативна олійна культура. *Пропозиція.* 2018. № 3. С. 88–90. URL: <https://propozitsiya.com/ua/gorchicaalternativnaya-maslichnaya-kultura>

69. Заїка Є. Вирощування озимої гірчиці. *Пропозиція.* URL: <https://propozitsiya.com/ua/vyroshchuvannya-ozymoyi-girchyci>

70. Інноваційні трансформації аграрного сектора економіки : [монографія] /О. В. Шубравська, Л. В. Молдован, Б. Й. Пасхавер та ін.; за ред. д-ра екон. наук О. В. Шубравської; НАН України, Ін-т екон. та прогнозів. К., 2012. 496 с.

71. Квітко Г. П., Поліщук І. С., Саміляк М. В., Гетман Н. Я. Перспективи вирощування гірчиці білої в умовах Лісостепу правобережного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія. Сільськогосподарські науки,* 2020. Випуск 10(50). № 2. С. 17.

72. Кирилюк В. П., Кричківський, В. М. Сучасні адаптивні системи основного обробітку ґрунту під гірчицю білу в Лісостепу України. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика.* Вип. 2 (4), 2022. С. 26–31.

73. Кирилюк В. П., Кричківський В. М., Ковальчук Н. В. *Адаптивна система основного обробітку ґрунту під гірчицю білу (*Sinapis alba*). Зернові культури*. Т. 5. № 1. 2021. С. 125–131.

74. Кирилюк В. П., Тимощук Т. М., Кальчук М. М. Вплив систем основного обробітку ґрунту на продуктивність перспективної олійної культури – гірчиці білої. *Трофологія (вчення про закономірності живлення біоти та правильного харчування людей) – новітній міждисциплінарний напрям в Україні : матеріали I Всеукраїнської науково-освітньо-практичної конференції (м. Житомир, 25–26 квітня 2019 р.)*, Житомир : Житомирський національний агроекологічний університет. 2019. С. 159–162.

75. Кирилюк В. П., Тимощук Т. М., Кальчук М. М. Урожайність гірчиці білої залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення. *Наукові горизонти*. 2019. № 2 (75). С. 27–33.

76. Кирилюк В. П., Тимощук Т. М., Шульга С. Ю. Формування бур'янового компоненту агрофітоценозу гірчиці білої залежно від агротехнічних заходів. *Наукові горизонти*. 2018. № 7–8 (70). С. 116–124.

77. Кириченко В. В. Перспектива застосування сидеральних парів в Лісостепу України. Харків, 2007. 42 с.

78. Кисель В. И. Биологическое земледелие в Украине: проблемы и перспективы. Харьков : Штрих, 2000. 162 с.

79. Кифорук І., Харук І., Назарук О., Соловка В., Щербань Г., Король М. Вплив строків сівби і норм висіву на урожайність насіння гірчиці сизої в умовах Прикарпаття. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2015. № 19. 59–64.

80. Кліщенко С. Гірчиця та технології її вирощування. *Agroexpert*. 2009. № 1(6). С. 14–16.

81. Коваленко С. А. Вплив добрив та рістрегулюючих препаратів на продуктивність гірчиці сарептської. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН*. Запоріжжя, 2009. № 14. С. 150–156.

82. Козіна Т. В. Ріст та розвиток рослин і продуктивність гірчиці білої залежно від строків сівби і норм висіву в умовах Лісостепу Західного. *Перспективні інновації в науці, освіті, виробництві та транспорті: Міжнародн. научн.-практ. інтернет-конф.* Днепропетровск, 2012 г. С. 12–13.

83. Колесніков А. І., Більошенко С. В., Поляков О. І. Рекомендації по вирощуванню гірчиці в Запорізькій області (науково-практичні рекомендації). Запоріжжя. 2012. 16 с.

84. Колосок В. Г., Шиян М. О., Берков В. О. Вплив регуляторів росту на ріст та розвиток гірчиці сизої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва: матеріали V міжнародної науково-практичної конференції.* Харків. 25–26 листопада 2021. С. 117–118.

85. Крачок Л. І. Новітні технології в сільському господарстві: проблеми і перспективи впровадження. *Сталий розвиток економіки. Міжнародний науково-виробничий журнал.* 2013. № 3.

86. Кур'ята В. Г. Ретарданти – модифікатори гормонального статусу рослин. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку.* Т. 1. НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Укр. т-во фізіологів рослин; голов. ред. В. В. Моргун. К. : Логос, 2009. С. 565–587.

87. Лещенко А. К. Олійні та ефіроолійні культури. К., 1996. 205 с.

88. Лис Н. М. Ефективність вирощування гірчиці білої за різних способів обробітку ґрунту. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН».* 2015. Вип. 2. С. 143–151.

89. Литвин С. Г. Олійні культури на Україні. К. : Наукова думка, 1961. 50 с.

90. Ляпін Г. Нова «професія» гірчиці. *Хлібороб України.* 1988. № 6. С. 22.

91. Льон олійний, гірчиця. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури) : монографія /Л. А. Шевченко та ін. Запоріжжя : Статус, 2017. 44 с.

92. Мазур В. О., Проців П. Б., Гамалій С. М., Попович Ю. В. Гірчиця. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2009. 88 с.

93. Мельник А. В. Агробіологічні особливості вирощування соняшнику та ріпаку ярого в умовах Північно-східного Лісостепу України: монографія. Суми: ВТД Університетська книга, 2007. 229 с.

94. Мельник А. В., Жердецька С. В. Вплив доз мінеральних добрив на врожайність гірчиці ярої сизої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Науковий вісник нац. університету біоресурсів і природокористування України*. Київ, 2017. № 269. С. 177–185.

95. Мельник А. В., Жердецька С. В. Стан та перспективи вирощування гірчиці в світі та на Україні. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2015. № 3. С. 166–169.

96. Мельник А. В., Жердецька С. В., Али Ш., Гулам Ш. Агробиологические особенности выращивания горчицы яровой сарептской в условиях Левобережной Лесостепи Украины. *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. Самара, 2017. № 1. С. 22–25.

97. Мельник А. В., Жердецька С. В., Шабір Г., Али Ш. Состояние и перспективы выращивания масличных культур на Украине в условиях изменения климата. *Наука и мир: Международный научный журнал*. Волгоград, 2015, № 10. С. 113–116.

98. Мельник А. В., Жердецька С. В., Шабір Г., Шахід А. Сортові особливості формування продуктивності різних видів гірчиці ярої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2017. № 2. С. 103–107. (Особистий внесок – брала участь у плануванні та проведенні польового експерименту, узагальненні результатів та підготовці статті).

99. Мельник А. В., Жердецька С. В., Шахід А., Шабір Г. Видові особливості формування зеленої маси гірчиці в умовах лівобережного Лісостепу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. Харків, 2017. № 2. С. 79–83.

100. Мельник Т. І., Алі Ш., Колосок В. Г. Якість насіння гірчиці білої залежно від сорту та норм висіву в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий Вісник*. 2020. № 113. С. 92–97.

101. Мельник Т. І., Шаббір Г., Алі Ш., Колосок В. Г. Продовольча цінність гірчичної олії залежно від хімічного складу насіння. *Гончарівські читання : матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Суми, 25 травня)*. Суми, 2020. С. 89–90.

102. Музика Л., Бердін С., Мурач О. Результати агроекологічного випробовування гірчиці сарептської в умовах Північно-східного Лісостепу України. *Collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ»*, May 20, 2022; Cambridge, United Kingdom), С. 138–143.

103. Насінництво і насіннезнавство олійних культур /за ред. М. М. Гаврилюка. К. : Аграрна наука, 2002. 220 с.

104. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні : монографія /за ред. Я. М. Гадзало, В. Ф. Камінського. Київ : Аграрна наука, 2016. 592 с.

105. Нікітчин Д. І., Гуцаленко А. Н., Закарлюка Н. П. Інтенсивна технологія вирощування ріпаку ярого, гірчиці і суріпиці в Україні: *збірник наукових праць*. Запоріжжя, 1997. Вип. II. С. 214–217.

106. Овсянникова Л. К., Євдокимова Г. Й., Черній В. О. Дослідження інтенсивності дихання насіння гірчиці різних сортів. *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. 2010. № 38 (1). С. 59–62.

107. Оксимець О. Л. Вплив добрив і строків сівби на урожайність зеленої маси та насінневу продуктивність гірчиці білої : *зб. наук. праць Інституту землеробства УААН*. К. : Фітосоціоцентр, 2001. Вип. 1–2. С. 134–136.

108. Оксимець О. Л. Вплив добрив та строків сівби на вміст олії в насінні гірчиці білої. *Новітні технології виробництва конкурентоспроможної продукції рослинництва : матеріали науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів*. Чабани: Інститут землеробства УААН, 2005. С. 69–70.

109. Оксимець О. Л., Ларіна В. І. Вплив добрив та строків сівби на ріст гірчиці білої : зб. наук. праць Інституту землеробства УААН. К.: ЕКМО, 2003. Вип. 4. С. 87–91.

110. Оксимець О. Л. Продуктивність гірчиці білої залежно від технологічних прийомів вирощування в Лісостепу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09. Київ, 2007. 18 с.

111. Ориник Б. І., Бровко О. З., Федорчак Ю. Т. Сучасні підходи щодо покращення родючості ґрунтів. URL: http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/14767/1/Orynyk_Brovko_Fedorchak.pdf

112. Осик Н. С., Шведов И. В., Шишков Г. З. Особенности химического состава семян и масла горчицы сарепской. *Известия ВУЗОВ. Пищевая технология*, № 4. 2020. С.21–23

113. Пикун О. А., Бакановская А. В., Пилюк Я. Э. Особенности возделывания горчицы белой на маслосемена. *Земледелие и защита растений*. 2018. № 1. С. 50–54.

114. Пикун О. А., Бакановская А. В., Пилюк Я. Э. Особенности технологии возделывания горчицы сарептской на маслосемена. *Земледелие и защита растений*. 2018. № 1 (приложение). С. 54–58.

115. Поляков А. И., Вахненко С. В., Никитенко О. В., Вендель В. В. Особенности формирования продуктивности горчицы яровой под влиянием минеральных удобрений при разных нормах высева. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. № 23. 2016: 155–161. URL: http://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2016/23/Poliakov3_23.pdf

116. Поляков О., Журавель В. Перспективи вирощування гірчиці *Пропозиція. Головний журнал з питань агробізнесу*. URL: <https://propozitsiya.com/ua/perspektivi-viroshchuvannya-girchici>
117. «Чорне золото» або особливості вирощування гірчиці чорної. *Пропозиція. Головний журнал з питань агробізнесу*. URL: <https://propozitsiya.com/ua/chorne-zoloto-abo-osoblivosti-viroshchuvannya-girchici-chornoji>
118. Радзівська І. Г. Гірчична олія. *Продукты & ингредиенты*. 2014. № 2 (110). С.16.
119. Радзівська І. Г., Мельник О. П. Хімічний склад гірчичної олії. *Харчова і переробна промисловість*. 2010. № 3 (367). С. 18–19.
120. Рекомендації з вирощування ріпаку ярого та гірчиці білої (науково-методичне видання) /В. Ф. Сайко, П. С. Камінський, В. Вишнівський та ін. К.: Колобіг, 2005. 36 с.
121. Рожкован В., Чехов С., Буділка Г. Сарептська озима гірчиця – нова перспективна культура. *Пропозиція*. 2006. № 7. С. 58–60.
122. Русакова Г. Г. Горчица в лечебной практике. Волгоград: Офсет, 2009. С. 52–67.
123. Садова І. Гірчичний алгоритм українських аграріїв. 2017. URL: <https://agroportal.ua/publishing/infografika/analiz-rynka-gorchitsy-2016>
124. Світовий ринок рослинних олій у 2019/20 МР: уповільнення темпів приросту виробництва & активний попит. URL: <https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/topic/1506275>
125. Серединський С. М., Брошак І. С. Критерії відбору сидеральних культур для Західного Лісостепу. *Агроекологічний журнал*. Київ, 2007. 96 с.
126. Сівак А. Н., Костюкевич Т. К. Перспективи виробництва гірчиці в Україні. *Рубіновські читання : матеріали III Всеукр. наук.-практ. конф.*, м. Умань, 14 травня 2021 р. Умань, 2021. С. 18.
127. Станкевич С. В. Хрестоцвіті блішки, ріпаковий квіткоїд на ріпаку ярому й гірчиці у східному Лісостепу України. Шкідливість та

удосконалення заходів захисту від них: автореферат дисертації; 16.00.10 – Ентомологія. Национальний університет біоресурсов и природопользования України, Київ. 2014. С. 24.

128. Станкевич С. В. Чи є альтернатива ріпаку? *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 13. С. 46–48.

129. Станкевич Г. М.; Овсянникова Л. К.; Черній В. О. Дослідження інтенсивності дихання насіння гірчиці. *Зернові продукти і комбікорми*. 2010. № 2. С. 18–21.

130. Технології вирощування гірчиці в Україні. URL: <http://agro.webfermer.org.ua/roslynnnyctvo/vyroshhuvanniagirchyci.php>

131. Технологія вирощування білої гірчиці. URL: http://plug.at.ua/publ/tekhnologija_viroshhuvannja_girchici/1-1-0-10

132. Тітенко А. О. Вплив способів обробітку ґрунту на врожайність гірчиці білої у післяжнивному посіві. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН 1-2 (2006): 39–44.*

133. Томашова О. Л., Томашов С. В. Урожайність гірчиці білої залежно від строків сівби та удобрення. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН. Запоріжжя, 2007. № 12. С. 240–244.*

134. Цзя Пейпей, Колосок В. Г., Шиян М. О., Берков В. О. Вплив обробки насіння гірчиці сизої регуляторами росту рослин на стрес сухи в умовах кліматичної камери. *Гончарівські читання : матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Суми, 25 травня)*. Суми, 2023. С. 61–62.

135. Черній В. О. Удосконалення технології первинної обробки та зберігання насіння гірчиці : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.01. Зберігання і технологія переробки зерна, виготовлення зернових і хлібопекарських виробів та комбікормів /Черній Валентина Олександрівна; наук. кер. Л. К. Овсянникова; Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса : ОНАХТ, 2009. 20 с.

136. Чехов А. В., Жернова Н. П. Вплив строків посіву та норм висіву насіння на урожайність гірчиці білої сорту Талісман. *Науково-техн. бюл. ІОК УААН. Запоріжжя*, 2004. Вип. 9. С. 206–211.
137. Чехов А. В., Журавель В. М. Перспективи вирощування гірчиці озимої. *Посібник українського хлібороба*. 2009. № 2. С. 53.
138. Чехов А. В., Жернова Н. П. Гірчиця біла: сьогодення та технологія вирощування. *Пропозиція*. 2005. № 11. С. 66–67.
139. Чехов А. В., Жернова Н. П. Технологічні аспекти вирощування гірчиці білої в умовах південного Степу України. *Наук.-техн. бюл. Ін-ту олійних культур УААН. Запоріжжя*, 2009. С. 238–246.
140. Чигрин О. В., Плахута А. С. Посівні якості і врожайність гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) залежно від строків передпосівної стимуляції насіння. *Вісник ХНАУ. Серія. Рослинництво, селекція і насінництво, плодощовківництво*. 2013. № 9. С. 333–338.
141. Юник А. В. Особливості формування продуктивності гірчиці сарептської. *Новітні агротехнології*. 2017. № 5.
142. Якименко О. С. Формування сучасного асортименту, споживні властивості та експертиза гірчиці харчової. 2019.
143. Яковлєв Р. В. Ентомокомплекс гірчичного агроценозу та заходи регулювання його чисельності в Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. К., 2012. 20 с.
144. Яковлєв Р. В., Рубан М. Б. Основні фітофаги гірчиці та їх шкідливість у Лісостепу України. *Наук. вісн. НУБіП України*. 2010. Вип. 145. С. 154–161.
145. Яковлєв Р. В. Шкідливість фітофагів на посівах гірчиці в умовах Лісостепу. *Современные научные проблемы создания сортов и гибридов масличных культур и технологии их выращивания: сб. тезисов междунар. конф.* Запоріжжя: Диво, 2009. С. 89–90.

146. Яковлєв Р. Шкідники гiрчиці – фактор, що пiддається контролю. Агрохімія. Пропозиція. Головний журнал з питань агробізнесу. URL: <https://propozitsiya.com/ua/shkidniki-girchici-faktor-shcho-piddaietsya-kontrolyu>
147. Abul-Fadl M. M., El-Badry N., Ammar M. S. Nutritional and chemical evaluation for two different varieties of mustard seeds, *World Appl. Sci. J.*, 2011. №15(9). P. 1225–1233.
148. Butenko S., Melnyk A., Melnyk T., Jia P., Kolosok V. Influence of Growth Regulators with Anti–Stress Activity on Productivity Parameters of *Sinapis alba* L. *Journal of Ecological Engineering* 2022, 23(9), 128–135.
149. Butenko Sergey, Melnyk Andrii, Melnyk Tetiana, Jia Peipei, Kolosok Volodymyr. Influence of Growth Regulators with Anti–Stress Activity on Productivity Parameters of *Sinapis alba* L. *Journal of Ecological Engineering* 2022, 23(9), 128–135.
150. Chowdhury M. F. N., Ahmed K. U., Hosen M., Paul R. K., Bhattacharjya D. K. Evaluation of grain weight, moisture, drymatter, oil cake, β -carotene, oil constant and aflatoxin content of different varieties and advanced lines of mustard and rapeseed. *IOSR-JAVS.*, 2014. №7(6). P. 34–39.
151. Durrani F. R., Khalil I. A. Chemical composition of Brassica oilseed meal. *Pakistan. J. Sci. Ind. Res.*, 1990. №33. P. 39–41.
152. Origins and Diversity of Brassica and its Relatives. URL : <https://www.grovida.us/crop-production/origins-and-diversity-of-brassica-and-its-relatives.html>
153. Idouraine A., Kohlhepp E.A., Weber C.W. Nutrient constituents from eight lines of naked seed squash (*Cucurbitapepo* L.). *J. Agric. & Food Chem.*, 1996. № 44(3). P. 721–724.
154. Jia P., Melnyk A., Li L., Kong X., Dai H., Zhang Z., Butenko S. Effects of grought and rehydration on the growth and physiological features of mustard seedlings. *Journal of Central European Agriculture*. 2021. 22(4). P. 836–847.

155. Jia P., Melnyk A., Zhang Z., Butenko S., Kolosok V. Effects of seed pre-treatment with plant growth compound regulators on seedling growth under drought stress. *Agraarteadus*. 2021. 32(2). P. 251–256.

156. Jia P., Melnyk A., Zhang Z., Butenko S., Kolosok V. Effects of seed pre-treatment with plant growth compound regulators on seedling growth under drought stress. *Agraarteadus*. 2021. 32(2). P. 251–256.

157. FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#search/mustard%20seed> (accessed on 26 July 2021).

158. Lietzow J. Biologically Active Compounds in Mustard Seeds: A Toxicological Perspective. *Foods* 2021, 10, 2089. <https://doi.org/10.3390/foods10092089>

159. Mc Kay, W. The use of antibiotics in animal feeds in the United Kingdom. The impact and importance of legislative controls *World Poultry Sci.* 1985. № 31, 2. P. 116–128.

160. Melnyk A. V., Butenko S. O., Kolosok V. G., Jia P. The chlorophyll and oil content of mustard depending on the use of growth regulators with anti-stress action in the forest steppe of Ukraine. *Modern challenges of agrarian transformations in Ukraine: agriculture, forestry and horticulture*. RS Global Warsaw, Poland 2022. P. 6–13.

161. Melnyk A., Jia P., Melnyk T., Kolosok V. The influence of plant growth regulators on morphological indexes and performance of *Brassica Juncea* L. in the forest-steppe of Ukraine. *The 3rd International Conference of Agriculture Modernization and Industrialization to Support Sustainable Agriculture in Facing Global Economy*. Surabaya, Indonesia 21 September 2022. URL: <https://youtu.be/rRgvm9VDulk?t=28371>

162. Melnyk A. V., Jia P., Kolosok V. Response of growth and yield components of two varieties of oilseed mustard (*Brassica Juncea* L.) to growth regulators under the agro-ecological conditions of the northeastern Forest-Steppe of Ukraine. *Materials of the International Scientific and Practical Conference*

“Honcharivski readings” dedicated to the 93-th anniversary of Doctor of Agricultural Sciences professor Mykola Demyanovych Honcharov. (Sumy, 25 May 2022). Sumy, 2022. P. 83–84.

163. Melnyk A., Jia P., Melnyk T., Butenko S., Kolosok V. The influence of plant growth regulators on morphological indexes and performance of *Brassica juncea* l. in the forest-steppe of Ukraine. *Proceedings of the 3rd International Conference on Agriculture (ICA 2022) Atlantis press. (Part of Springer Nature) Series:Advances in Biological Sciences Research*. 2023. P. 11–19.

164. Miliuviene L. Oilseed rape growth regulation by compounds 3-DEC and 17-DMC. *Bot. Lithuan.* 2007. 13, № 2. P. 115–121.

165. Missing mustard: Why this condiment could be absent at your next cookout. URL: <https://www.foxweather.com/weather-news/mustard-shortage-canada>

166. Mitrovic P.M., Stamenkovic O.S., Bankovic-Ilic I, Djalovic I.G., Njezic Z.B., Farooq M., Siddique KHM and Veljkovic V.B. White Mustard (*Sinapis alba* L.) Oil in Biodiesel Production: A Review. *Front. Plant Sci.* 2020. № 11. P.299.

167. Mustard production. Govt targets 17 million tonnes mustard production by 2025- 26. 2021. URL: <https://www.thehindubusinessline.com/economy/agri-business/govt-targets-17-million-tonnes-mustard-production-by-2025-26/article34392637.ece>

168. Mustard Seed Crop Outlook Deteriorates in Top Exporter Canada. 2022. URL: <https://gro-intelligence.com/insights/mustard-seed-crop-outlook-deteriorates-in-top-exporter-canada>

169. Mustard seeds: significant production increase in sight. 2022. URL: <https://www.mundus-agri.eu/news/mustard-seeds-significant-production-increase-sight.n28478.html>

170. Naylor Robert E.L., Waldren Lindsay, Connon Andrew. Effect of the growth regulator triapenthenol on height of two cultivars of spring oilseed rape // *Tests Agrochem. and Cultiv.* 1987. n 8 (Ann. Appl. Biol., 110, Suppl.). P. 130–131.

171. Oilseeds: World Markets and Trade. November 2021. *Foreign Agricultural Service/USDA* URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>

172. Rahman M., Amina Khatun A., Liu L. and Barkla B. J. Brassicaceae mustards: traditional and agronomic uses in Australia and New Zealand. *Molecules*. 2018. № 23. P. 231. URL: doi: 10.3390/molecules23010231

173. Rana K., Parihar M., Singh J. P., Singh R. K. Effect of sulfur fertilization, varieties and irrigation scheduling on growth, yield, and heat utilization efficiency of indian mustard (*Brassica Juncea* L.). *Communications in soil science and plant analysis*, 2020. 51(2), 265–275.

174. Saini J.S., Jolly R.S., Singh O.S. Influence of chlormequat on the growth and yield of irrigated and rainfed indian mustard (*Brassica juncea*) in the field. *Exp. Agr.* 1987. 23, N № 3. P. 319–324.

175. Sarwar M., Ahmad N., Siddiqui Q. H. , Ali A., Tofi que M. Genotypic response in canola (*Brassica* species) against aphid (*Aphidae*: Homoptera) attack. *Nucleus*, 2004. № 41(1–4). P. 87–82.

176. Sarwar M., Ahmad N., Khan G. Z., Tofi que M. Varietals resistance and susceptibility in mustard (*Brassica campestris* L.) genotypes against aphid *Myzuspersicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Nucleus*, 2009. №46 (4). P 507–512.

177. Scarisbrick D.H., Addo-Quaye A.A., Daniels R.W. The effect of paclobutrazol on plant height and seed yield of oil-seed rape (*Brassica napus* L.). *J. Agr. Sci.* 1985. 105, № 3. P. 605–612.

178. Setia R.C., Gurmeet Bhathal, Setia Neelam. Influence of paclobutrazol on growth and yield of *Brassica carinata* A. Br. *Plant Grow. Regul.* 1995. 16, № 2. P. 121–127.

179. Setia R.C., Setia N. Influence of paclobutrazol on growth and development of fruit in *Brassica juncea* (L.) Czern. and Coss. *Ibid.* 1996. 20, N 2. P. 307–325.

180. Siavash B., Karaptianand J., Zare S. Studying on lipid content and fatty acids in some varieties of colza (*Brassica napus*). *J. Pajuhesh & Sazandegi.*, 2005. № 67. P. 95–101.

181. Stuchlik M., Zác S. Vegetable lipids as components of functional foods. *Biomed. Papers*, 2002. № 146 (2). P. 3–10.

182. Tridge (Global Sourcing Hub of Food & Agriculture). URL: <https://www.tridge.com/intelligences/mustard-seed/> (accessed on 26 July 2021).

183. Yang, C.; Zhang, X.; Zou, C. Effects of drought simulated by peg 6000 on germination and seedling growth of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*. 2007. URL: <http://www.jouoilcrops.cn/EN/abstract/abstract80.shtml>

РОЗДІЛ 2

ПОГОДНІ УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтові та метрологічні фактори за роки проведення досліджень

Експериментальні дослідження проводилися в умовах відкритого ґрунту навчально-науково-виробничого комплексу (ННВК) Сумського національного аграрного університету впродовж 2020–2022 рр. (додаток А).

Дослідження виконано в рамках наукової теми, зареєстрованої в УкрІНТЕІ (державний реєстраційний № 0115U001051) «Оптимізація елементів технології вирощування гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України».

Рекомендовані види та сорти гірчиці вирощувались у виробничих умовах Лівобережного Лісостепу України, зокрема в ФГ «СК-11» (Сумська область) та ФГ «Родина» (Полтавська область) на загальній площі 64 га.

Дослідження було проведено на рівній ділянці. Тип ґрунту представлений чорноземом типовим глибоко середньогумусовим крупнопилувато-середньосуглинковим. Материнська порода – лес. За агрохімічним аналізом виявлено: вміст гумусу 4,1–4,5 % (за Тюрінім); сольове рН на рівні 6,0–6,2; вміст легкогідролізованого азоту – 120 мг/кг (за Корнфілдом); вміст фосфору – 202,0 мг/кг та калію – 85 мг/кг (за Чириковим).

За природно-кліматичними умовами Сумська область сприятлива для нормального росту та розвитку рослин гірчиці всіх досліджуваних видів. Достатньо висока родючість ґрунтів, їх задовільне вологозабезпечення та повітропроникність, достатня кількість опадів та температурний режим під час вегетації сприяли формуванню оптимального рівня продуктивності посівів гірчиці.

За даними агрокліматичного довідника по Сумській області, за останні 30 років сума позитивних середніх температур повітря вище 10 °С становить 2621 °С. Сума ефективних температур повітря із середньою добовою температурою вище 10 °С у середньому становить 1069 °С. Середня дата переходу добової температури повітря через 10 °С – 22 квітня. Середня температура за рік – 7,0 °С. Середня кількість опадів за рік – 589 мм, у теплий період (квітень–жовтень) – 401 мм [5, 12].

Аналіз метеорологічних умов проводили за даними, наданими Інститутом сільського господарства Північного Сходу НААНУ (додаток Б). Установлено, що період вегетації 2020 року характеризувався дефіцитом опадів у квітні (12,0 мм) та найбільш гостро в серпні (0,9 мм). Улітку фіксували збільшення середньомісячних температур на 1,7–4,5 °С. Сума активних температур (понад 10 °С) за період квітень–серпень становила 2096,2 °С (рис. 2.1). За цей період випало 214,1 мм опадів (рис. 2.2).

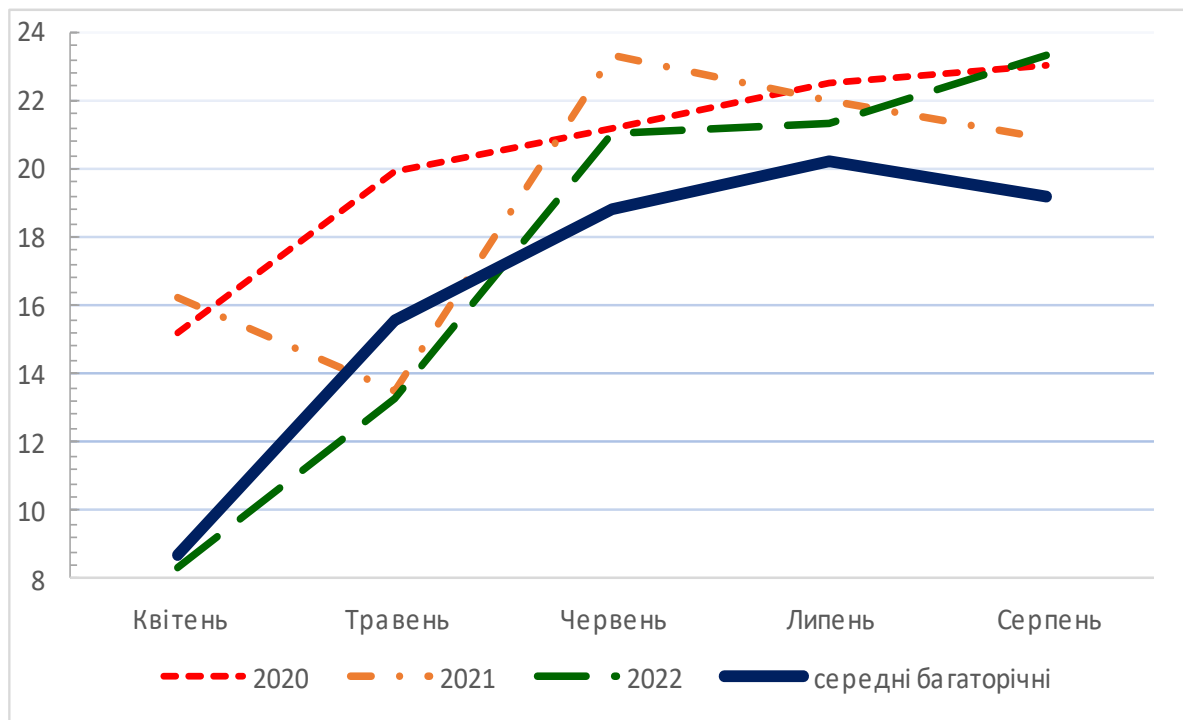


Рис. 2.1. Середньомісячна температура повітря за роки досліджень, °С

Період вегетації 2021 року загалом характеризувався дещо вищими значеннями вологозабезпечення та температурного режиму. Порівняно з середніми багаторічними значеннями (54,0 мм) спостерігали надмірну кількість опадів у травні (168,3 мм). У період з червня по серпень відмічалось динамічне підвищення температурного режиму. Розрахункова сума активних температур становила у 2021 році 2685,6 °С, а сума опадів – 277,2 мм.

Погодні умови 2022 року також суттєво відрізнялися збільшенням загального вологозабезпечення протягом періоду вегетації (342,3 мм), насамперед за рахунок кількості опадів у квітні (106,6 мм) та травні (155,3 мм). Весняні температури були нижчими за середньобагаторічні значення. За період квітень-серпень випало 342,3 мм опадів, а сума активних температур була на рівні 2598,1 °С.

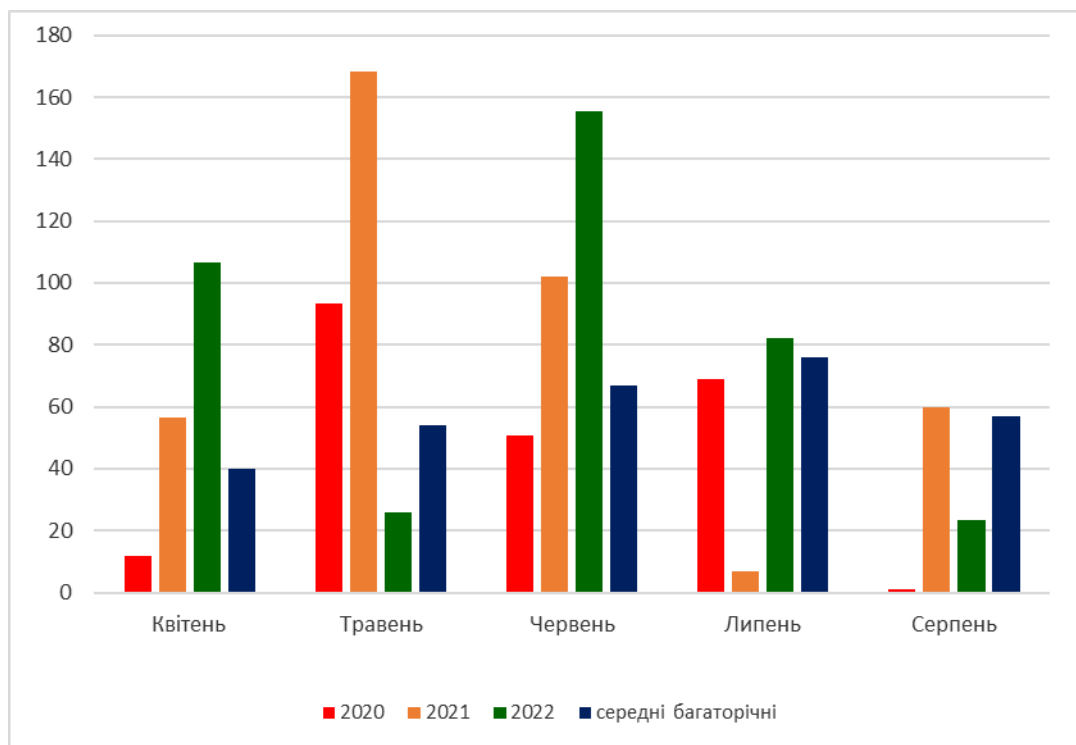


Рис. 2.2. Середньомісячна сума опадів за роки досліджень, мм

Надмірне зволоження та низький температурний режим зумовили уповільнення розвитку рослин та відповідно запізнення з календарним настанням основних фенологічних фаз.

Для комплексної оцінки температурного режиму та кількості опадів було розраховано гідротермічний коефіцієнт Селянінова (ГТК) (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

**Температурний режим та умови зволоження за роки досліджень
(квітень-серпень, 2020–2022 рр.)**

Рік	Сума активних температур, °С	Сума опадів, мм	ГТК	Рік за зволоженням
2020	2096,2	214,1	1,02	Нормальний
2021	2685,6	277,2	1,03	Нормальний
2022	2598,1	342,3	1,32	Вологий
Середнє багаторічне (1989–2019)	2568,0	294,0	1,21	Нормальний

За результатами розрахунку гідротермічного коефіцієнта було виявлено, що періоди вегетації 2020 та 2021 рр. слід класифікувати як нормальні (ГТК=1,02–1,03).

Водночас надмірна кількість опадів у квітні та червні 2022 року зумовила загальний ГТК на рівні 1,32, що відповідає вологим умовам.

2.2. Мета, об'єкт та методика проведення досліджень за обраною темою

Метою досліджень є визначення особливостей формування показників структури врожаю насіння та його якості залежно від виду та сорту гірчиці в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Об'єкт дослідження – процес формування врожаю та показників якості насіння гірчиці білої, сизої та чорної залежно від сортових особливостей та погодно-кліматичних умов.

Предмет дослідження – сорти гірчиці білої (Біла принцеса, Еталон, Запоріжанка, Підпечерецька, Ослава), сорти гірчиці сарептської (Деметра, Мрія, Пріма, Ретро, Роксолана, Росава, Феліція, Чорнява, Романтика (озима)),

сортів гірчиці чорної (Вікторія, Софія), погодно-кліматичні умови, морфологічні параметри рослин, показники якості насіння.

Оригінаторами досліджуваних сортів є державні українські наукові установи, а саме:

1) Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України:

Сорт Запоріжанка занесений до Реєстру сортів рослин України з 2011 року. Ранньостиглий з вегетаційним періодом 90 днів. Висота рослин досягає 140 см, потенційна врожайність становить 2,0 т/га. Маса 1000 насінин досягає 7–8 г, вміст олії в насінні досягає 30 %. Показники якості покращені, зокрема вміст ерукової кислоти знижений на 50 %. Він має стійкість до вилягання рослин, осипання насіння, а також до хвороб та шкідників. Технологічний, підходить для механізованого вирощування. Може використовуватися як сидерат. Рекомендований для вирощування в Степовій, Лісостеповій та Поліській зонах України.

Сорт Деметра внесений до Державно реєстру сортів, придатних до поширення в Україні, у 2005 році. Призначений для виробництва харчової олії та гірничного порошку. Період вегетації рослин становить в середньому 100–105 днів. За цей термін посіви здатні формувати потенційну врожайність на рівні 2,5 т/га з вмістом олії 43 % та масою 1000 шт. насінин 3,8 г. Вміст ефірної олії дорівнює 0,82 % за відсутності ерукової кислоти. Сорт рекомендований для вирощування в зоні Степу та Лісостепу України.

Сорт Мрія безерукового напрямку, призначений для виробництва харчової олії та гірничного порошку, зареєстрований у Державному реєстрі сортів, придатних до поширення в Україні, у 2000 році. Тривалість періоду вегетації – 77–85 днів. Плід стручок із 24–26 насінинами овально-округлої форми, світло-жовтого кольору, маса 1000 насінин – 3,7–4,0 г, вміст олії у насінні 43 %, потенційна врожайність насіння 2,6 т/га, вміст ефірної (алілової) олії – 0,9 %, вміст ерукової кислоти – 0–1,0 %. Сорт стійкий проти

вилягання рослин і обсіпання насіння. Середньостійкий проти хвороб та шкідників. Рекомендується для вирощування в Лісостеповій зоні України.

Сорт Пріма зареєстрований у Державному реєстрі сортів, придатних до поширення в Україні, у 2014 році. Висота рослин – 125–185 см (залежно від вологозабезпеченості). Маса 1000 насінин – 3,1 г. Вміст олії у насінні – 43 %. Вміст ефірної (алілової) олії – 0,9 %. Потенційна урожайність – 2,8 т/га. Сорт гірчиці сизої безерукового напрямку, вміст ерукової кислоти – 0–1,0 %, призначений для одержання харчової олії та гірчичного порошку. Тривалість періоду вегетації – 90 діб. Сорт стійкий проти вилягання рослин та осіпання насіння, середньостійкий проти хвороб та шкідників. Технологічний, придатний для механізованого вирощування. Рекомендовано для вирощування в Степовій та Лісостеповій зонах України. Має чітку морфологічну ознаку – сильний восковий наліт на листках та стеблах рослин.

Сорт Ретро зареєстрований у Державному реєстрі сортів, придатних до поширення в Україні, у 2009 році. Сорт безерукового напрямку, має чітку морфологічну ознаку – кремове забарвлення пелюсток віночка квітки. Висота рослин – 92 см. Потенційна урожайність – 2,2 т/га, олійність – 41 %, вміст ефірної олії – 0,91 %, вміст ерукової кислоти – 1,0 %, маса 1000 шт. насінин – 3,4 г. Вегетаційний період 90 діб. Сорт середньостійкий проти пошкодження шкідниками та ураження хворобами, стійкий проти вилягання рослин та осіпання насіння, придатний для механізованого вирощування. Рекомендовано для вирощування в Степовій та Лісостеповій зонах України.

2) Інститут зернових Національної академії аграрних наук України; Інститут хрестоцвітних культур НААН України:

Сорт Біла принцеса створений шляхом гібридизації та подальшого індивідуально-сімейного підбору. Сорт був поданий на державне сортовипробування в 2016 році. Основне призначення полягає в отриманні продовольчої олії та шроту для виробництва гірчичного порошку. Висота рослини становить 125–145 см. Стебло має круглу форму та товщину 7–8 мм, на ньому розміщено 6–7 гілок першого порядку. Тривалість вегетаційного

періоду становить 105–110 днів. Плід – стручок довжиною від 2,0 до 3,5 см, який містить 3–4 зернини круглої форми світло-жовтого кольору. Маса 1000 штук насінин становить 4,8 г. Сорт має стійкість до вилягання та осипання насіння. Він також середньостійкий до шкідників та хвороб. Урожайність насіння становить близько 3,2 т/га. Вміст олії в насінні становить 40 %, а вміст ерукової кислоти в олії досягає 15,6 мкмоль/г.

Сорт Еталон створено методом гібридизації з подальшим індивідуально-сімейним добром для вирощування в Степу, Лісостепу і Поліссі. Основне призначення сорту полягає в отриманні продовольчої олії і шроту для виробництва гірчичного порошку. Висота рослини до 132 см. Стебло округле, товщиною 7–9 мм, на якому розміщено 6–7 гілок першого порядку. Тривалість вегетаційного періоду 102 дні. Суцвіття – китиця довжиною 24–25 см. Плід – стручок довжиною 9–11 см, у якому розміщується 3–4 насінини округлої форми світло-жовтого кольору. Маса 1000 шт. насінин становить 3,5–4,0 г. Сорт стійкий до вилягання і осипання насіння. Середньостійкий до шкідників і хвороб. Сорт внесений до Реєстру сортів рослин України з 2003 року. Урожайність насіння становить 2,5 т/га, а вміст ерукової кислоти в олії – до 15,6 мкмоль/г. Потенційна врожайність сорту становить понад 3,0 т/га.

Сорт Романтика (озимий) створений методом гібридизації і багаторазового індивідуального добору та занесений до Реєстру сортів рослин України в 2005 році для вирощування в Степу, Лісостепу і Поліссі. Призначення сорту: отримання продовольчої олії і шроту для виробництва гірчичного порошку та використання як сидеральної і кормової культури. Висота рослини – 113–132 см. Стебло округле, товщиною 7–12 мм, рослина має 7–10 гілок першого порядку. Тривалість вегетаційного періоду 295–300 днів. Суцвіття – китиця. Плід – стручок довжиною 9–14 см, у якому розміщується 24–34 насінини округлої форми блідо-жовтого кольору. Маса 1000 насінин – 6,2 г. Стійкий до вилягання і осипання насіння. Середньостійкий до шкідників і хвороб. Урожайність насіння становить 35,0 ц/га. Вміст олії в насінні – 31,4 %, вміст ерукової кислоти в олії – 19,6 %, глюкозинолатів – 52,3 мкмоль/г, вміст

білка в насінні – 22,1 %, перетравність протеїну – майже 100 %. Потенційна врожайність сорту становить 35,0–40,0 ц/га.

Сорт Вікторія (Царівна Півночі) занесений до Реєстру сортів рослин України в 2018 році для вирощування в Степу, Лісостепу і Поліссі. Сорт створений методом гібридизації і багаторазового індивідуального добору. Урожайність насіння – 1,8 т/га. Вміст у насінні: олії – 35 %, білка – 25 %. Посухостійкість – 8 балів. Стійкість проти збудників хвороб – 9 балів. Стійкість проти шкідників, зокрема хрестоцвітих блішок – 9 балів:

3) Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України.

Сорт Ослава створений методом індивідуально-сімейного добору від батьківських форм сорту Кароліна на фоні пізньовесняних строків сівби і занесений до Реєстру сортів рослин України з 2012 року. Сорт рекомендується до використання як кормова, технічна та сидеральна культури для Полісся, Лісостепу і Степу України. Характеризується підвищеною кормовою та насінневою продуктивністю. Вегетаційний період до укісної стиглості становить 40–45 днів, до збирання насіння – 85–95 днів. Урожайність сухої речовини зеленої маси визначена на рівні 6,0–6,5 т/га, а насіння – 2,8–3,0 т/га. У сухій речовині зеленої маси виділено сирого протеїну 18–19 %, клітковини 21–22 %. У насінні міститься 26–28 % олії та сирого протеїну 28–30 %.

4) Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН України:

Сорт Роксолана виведений методом відбору з гібридної популяції для зон Степу і Лісостепу та зареєстрований у Державному реєстрі сортів, придатних до поширення в Україні, у 1999 році. Має прямостояче, добре розгалужене і облиствене стебло. Листки вкриті восковим нальотом. Квіти яскраво-жовті, зібрані у китиці. Стручок кріпиться під гострим кутом, не розтріскується. Період вегетації – 95–105 днів. Сіють рано навесні, насіння проростає за температури 2–3 градуси тепла, сходи витримують заморозки до мінус 5°C. Сорт невибагливий до ґрунтів, посухостійкий, забезпечує врожайність насіння 25–28 ц/га. Відповідає вимогам для вирощування за

інтенсивною технологією. Вміст олії – 33–35 %. Придатний для приготування лікарських препаратів і харчових приправ.

Сорт Феліція створений методом самозапилення та зареєстрований у Державному реєстрі сортів, придатних до поширення в Україні, у 2018 році для зон Степу, Лісостепу та Полісся. Тривалість періоду вегетації – 85–90 днів. Квіти яскраво-жовті з золотисто-жовтим забарвленням пелюсток, зібрані у китиці. Листок за формою листової поверхні – еліптичний з зубчастим краєм листової пластинки. Сорт невибагливий до ґрунтів, посухостійкий. Стійкість до хвороб 8 балів, стійкість до обсіпання – 8 балів. Потенційна врожайність – 2,8 т/га. Відповідає вимогам для вирощування за інтенсивною технологією. Вміст олії в насінні – 35–40 %. Вміст білка – 16 %.

5) Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України:

Сорт Росава Створений багаторічним добром за господарсько-цінними ознаками для вирощування в Степовій та Лісостеповій зонах України. Тривалість періоду вегетації – 90 діб. Висота рослин – 115–160 см. Маса 1000 насінин – 3,0 г. Вміст олії в насінні – 35 %. Потенційна урожайність – 2,0 т/га. Сорт гірчиці сизої безерукового напрямку призначений для одержання харчової олії та гірчичного порошку. Сорт стійкий проти вилягання рослин та осипання насіння, середньостійкий проти хвороб та шкідників. Технологічний, придатний для механізованого вирощування. Сорт зареєстрований у Державному реєстрі сортів, придатних до поширення в Україні, у 1999 році.

5) Івано-Франківський інститут АПВ НААН України:

Сорт Софія створено методом індивідуально-родинного відбору з місцевих популяцій зони Прикарпаття для вирощування в зонах Лісостепу та Полісся. Урожайність насіння 1,8–1,9 т/га. Діб до збиральної стиглості 100–105. Висота рослини 110–140 см. Маса 1000 насінин 3,2–3,3 г. Вміст олії 26–28 %. Вміст ерукової кислоти 7–8 %, синігріну – 4,1 %. Напрямок використання – харчовий, технічний. Сорт відносно стійкий до вилягання, осипання, посухи. Ураження хворобами та пошкодження шкідниками на

рівні 8–9 балів. Сорт занесений до Реєстру сортів рослин України в 2006 році [4].

б) Інститут хрестоцвітних культур НААН України:

Сорт Підпечерецька зареєстрований у Реєстрі сортів рослин України з 2000 року. Рослини цього сорту можуть досягати висоти до 110 см. Кущі мають напівзімкнутий тип розлогості. Листки нижніх частин рослини з розсіченням у вигляді ліроподібної форми, а верхні листки мають продовгуватий лінійний вигляд та вкриті жорсткими волосками. Стебла мають опушену поверхню і діаметр від 0,5 до 1,0 мм. Квітує жовтими китицеподібними суцвіттями. Плоди мають горбкувату форму, опушену поверхню і не мають пурпурового забарвлення. Вегетаційний період триває до 100 днів. Середня врожайність цього сорту за роки випробування становить 21,1 ц/га. Вміст жирів у насінні становить 25,4 %, а білків – 32,0 %. Сорт є стійким до вилягання, осипання та посухи. Ураженість хворобами та шкідниками – на рівні середніх показників, пошкодження бактеріозом допустиме в розмірі 8,8 %, а ріпаковим квіткоїдом – 19 %. Сорт рекомендований для вирощування як олійна, так і кормова культура в зоні Лісостепу України.

Сорт Чорнява зареєстрований у Державному реєстрі сортів, придатних до поширення в Україні, у 2006 році. Використовується для виробництва харчової олії та делікатесних доповнень і спецій. Рекомендований для зон Степу та Лісостепу. Формує високі (понад 90 см) особини зі стеблом зеленого кольору без воскового нальоту. Нижні листки за розміром листкової пластинки малі, ліроподібні. За формою краю листкової пластинки і нижні, і верхні листки зубчасті, зеленого кольору, без опушення і без воскового нальоту. Суцвіття китиця із золотисто-блідо-жовтим забарвленням пелюсток квіток. Плід – стручок (понад 3 см), з довгим зубцем (понад 7 мм). Насіння темно-коричневого кольору, велике, з ефірністю (до 0,9 %). Період вегетації – 100 діб. Урожайність – 20–25 ц/га, маса 1000 насінин – 3,3 г. Вміст жиру – 40 %, ерукової кислоти – 0,5 %. Сорт відносно

стійкий до вилягання, осипання, посухи. Хворобами уражається нижче середнього.

За темою дисертаційної роботи проведено польовий дослід з 17 сортами трьох видів гірчиці.

Схема досліду: сорти гірчиці білої (*Sinapis alba* L.): Біла принцеса, Еталон, Запоріжанка, Підпечерецька, Ослава, сорти гірчиці сарепської (*Brassica juncea* L.): Деметра, Мрія, Пріма, Ретро, Роксолана, Росава, Феліція, Чорнява, Романтика (озима), сорти гірчиці чорної (*Brassica nigra* Koch.): Вікторія, Софія.

Параметри досліду: $l_a = 17$, $n=4$, площа облікової ділянки 15 м^2 . Ділянки розміщені методом організованих повторень.

Технологія вирощування гірчиці загальноприйнята для Лівобережного Лісостепу України (на прикладі ріпаку ярого). Попередник – зернові колосові (озима пшениця, ячмінь). Застосовували рядковий спосіб сівби (міжряддям 15 см). Норма висіву $1,5 \text{ млн шт. схожих насінин на га}$. Мінеральний фон – $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ [20].

Забур'яненість посівів контролювали гербіцидами Бутізан 400 ($1,5\text{--}2,0 \text{ л/га}$) та Ачіба ($1,5\text{--}2,0 \text{ л/га}$). Захист від шкідливих організмів проводили за допомогою інсектициду Конект ($0,6 \text{ л/га}$) (блішки) та Конект ($0,5 \text{ л/га}$) (квіткоїди, пильщики) [3, 22].

ГТК (гідротермічний коефіцієнт) визначали за формулою Г. Т. Селянінова [5]:

$$\text{ГТК} = \Sigma p \cdot 10 / \Sigma t,$$

де Σp – сума опадів за період із температурою повітря понад $10 \text{ }^\circ\text{C}$;

Σt – сума температур понад $10 \text{ }^\circ\text{C}$ за цей самий період.

Оцінку проводили за шкалою для інтерпретації результатів розрахованих значень ГТК ($<1,0$ посуха; $1,0\text{--}1,3$ – нормальне зволоження; $>1,3$ – достатнє зволоження).

Асиміляційну поверхню (ПЛП, площу листової поверхні) визначали традиційно за методикою А. О. Ничипоровича, що ґрунтується на встановленні маси 50 висічок листової поверхні зразка. Площа однієї висічки 1,0 см. Для розрахунку використовували формулу [1, 21]:

$$S = \frac{P \cdot S_1 \cdot n}{P_1},$$

де S – розрахована площа листової поверхні (см²);

S_1 – відповідно до діаметра буру площа висічки (см²);

P – фітомаса листків з рослини чи зразка (г);

P_1 – маса листових пластинок з буру (г);

N – число висічок (шт.).

Задля розрахунку вмісту хлорофілу в листках гірчиці використовували спектрофотометр (ULAB-102) і брали розчин спиртової витяжки [2, 8, 18].

Облік урожаю здійснювали суцільно з кожної облікової ділянки. Елементи структури врожаю визначали за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» В. В. Волкодава [8, 9, 16, 19]. Збирання і облік врожаю здійснювали шляхом обмолочування кожної ділянки, для цього використовували комбайн Массей Фергюсон. Потім ворох очищували до 98–100 % чистоти та 10 % вологості насіння [11, 17, 23].

Масу 1000 насінин визначали згідно з ДСТУ 4138-2002 [7]. Вміст олії та жирних кислот визначали на інфрачервоному аналізаторі SupNir 2750 згідно з ДСТУ 4117:2007 «Зерно та продукти його переробки», відкаліброваному на гірчицю (білу, сарептську та чорну) [6].

Статистичну обробку отриманих даних здійснювали програмами Excel та Statistica 9. Були використані дисперсійний, кореляційний та регресійний аналізи [10, 14].

Економічну оцінку технологій вирощування досліджуваних видів та сортів гірчиці проводили за цінами на жовтень 2022 р. Визначали фінансові

витрати на 1 га, собівартість отриманої 1 т насіння, чистий прибуток та рівень рентабельності [13].

Енергетичну оцінку за технології вирощування досліджуваних видів та сортів гірчиці проводили за методиками Медведовського А. К., Іваненка П. І. та ін. [15].

Висновки до розділу 2

1. Установлено, що ґрунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень є типовими для Лівобережного Лісостепу України. За результатами розрахунку гідротермічного коефіцієнта було виявлено, що періоди вегетації 2020 та 2021 рр. слід класифікувати як нормальні (ГТК=1,02–1,03), а 2022 р. (ГТК=1,32) як вологий.

2. Ґрунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень є сприятливими для вирощування гірчиці білої, гірчиці сарептської, гірчиці чорної.

3. За результатами аналізу методики проведення досліджень підтверджено, що схемою заплановано відповідно необхідні обліки та лабораторні аналізи, які дозволять виявити видові та сортові особливості формування врожаю гірчиці та його якості в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Список використаних джерел до розділу 2

1. Вишнівський П. С. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами /В. Ф. Сайко та ін.; за ред. П. С. Вишнівського. Київ, 2011. 76 с.
2. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрономічних досліджень рослин та ґрунтів. Київ : ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.
3. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України (Наказ № 135 від 15.02.2022 року).
4. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Міністерство аграрної політики України, Державна служба з охорони прав на сорти рослин (Витяг станом на 07.09.2019 року). Видання офіційне. Київ, 2019. 468 с.
5. Дмитренко В. П. Погода, клімат і урожай польових культур. К. : Ніка – Центр, 2010. 620 с.
6. ДСТУ 4117:2007. Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії. Дата введення в дію 1.08.2017. 7 с.
7. ДСТУ 4138–2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 01.01.2004]. Київ : Держстандарт України, 2003. 173 с. (Національний стандарт України).
8. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. – Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи /А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Х.: Майдан, 2016. 316 с.
9. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. Кн. 2. Теоретичні аспекти дослідної справи /А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Х.: Майдан, 2016. 341 с.

10. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica-6 : методичні вказівки. Київ, 2007. 55 с.
11. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник. /за ред. В. О. Єщенка. – Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
12. Кравченко З. П., Адаменко Т. І. Агрокліматичний давідник по Сумській області. Довідникове видання. Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня «Рута», 2012. 176 с.
13. Ковальчук М. І. Економічний аналіз у сільському господарстві : навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. Київ : КНЕУ, 2002. 282 с.
14. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології : навч. посіб. /О. М. Царенко, Ю. А. Злобін, В. Г. Скляр, С. М. Панченко. Суми : Ун. книга, 2000. 203 с.
15. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.
16. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур /ред. В. В. Волкодав; Держ. комісія України по випробуванню та охороні сортів рослин. Київ : Алефа, 2000, Вип. 1. 100 с.
17. Методика наукових досліджень в агрономії [текст]: навч. посіб. /В. Г. Дідора, О. Ф. Смаглій, Ермантраут Е. Р. [та ін.]. К.: Центр учбової літератури, 2013. 264 с.
18. Шевряков М. В. Аналітична хімія. Якісний аналіз неорганічних та органічних речовин : навч. посіб. /М. В. Шевряков, Г. О. Рябініна, С.М. Іванищук, М.В. Повстяной. Херсон. Олді-плюс. 2017. 516 с.
19. Мойсейченко В. Ф., Основи наукових досліджень в агрономії: підручник/В. Ф. Мойсейченко, В. О. Єщенко. Київ : Вища шк., 1994. 334 с.
20. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України /В. М. Зубець та ін.; за ред. В. М. Зубця. К. : Логос, 2004. 776 с.

21. Ничипорович А. А. Основы фотосинтетической продуктивности растений. *Современные проблемы фотосинтеза*. М. : МГУ, 1973. С. 5–28.

22. Оптимізація інтегрованого захисту польових культур (довідник) /за ред. В. В. Кириченка, Ю. Г. Красиловця. Х. : Магда LTD, 2006. 252 с.

23. Основы научных исследований в агрономии : учебник /В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз; за ред. В. О. Єщенка. К. : Дія, 2005. 288 с.

РОЗДІЛ 3

РІСТ ТА РОЗВИТОК ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДОВИХ ТА СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГІРЧИЦІ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

За сучасного агропромислового виробництва в Україні введено в культуру три види гірчиці: сарептська (*Brassica juncea* L.); біла (*Sinapis alba* L.) та чорна (*Brassica nigra* Koch.) [1, 2, 28]. Усі види представлені на ринку насіння сортами, створеними селекціонерами європейських та українських наукових установ [16, 19, 30]. Видова належність сорту обумовлює особливості росту та розвитку. Відзначається різна реакція видів на умови зростання, як ґрунтові, так і кліматичні, що робить актуальними дослідження з виявлення особливостей ступеня реалізації їх біологічного потенціалу за сучасних умов змін клімату [7, 9, 18, 29, 39].

За результатами проведених досліджень встановлено, що найбільш високорослими серед ярих форм були рослини гірчиці чорної (середнє по групі значення – 137,8 см). Меншими за показником висоти були рослини гірчиці білої – 136,2 та гірчиці сизої 135,8 см (табл. 3.1). У озимого сорту Романтика на фазу «цвітіння» були сформовані найвищі рослини з середнім значенням за роками 155,0 см. Слід відзначити, що на реалізацію ростових процесів по-різному впливали погодні умови. Так, за нормального зволоження, де ГТК=1,02–1,03; що спостерігалось у 2020 та 2021 рр., більш високорослими формувалися рослини гірчиці сарептської (128,4 см та 138,1 см відповідно). Гірчиця біла в ці роки сформувала рослини з висотою 127,8 та 133,8 см. За вологого 2022 року (ГТК=1,32) вищий показник висоти мали рослини більш вологовимогливих сортів гірчиці білої (146,8 см) порівняно з (140,8 см) гірчицею сарептською. Такі відмінності можна пояснити біологічними особливостями досліджуваних видів гірчиці, що мають підтвердження в ряді наукових робіт вітчизняних та зарубіжних науковців [18].

Таблиця 3.1

Висота рослин (см) гірчиці залежно від видових та сортових особливостей в умовах Лівобережного Лісостепу України, % (2020–2022 рр.)

Вид гірчиці	Сорт	Рік			
		2020	2021	2022	Середнє
Гірчиця біла (яра) (<i>Sinapis alba</i>)	Біла принцеса	131,9	143,2	156,6	143,9
	Еталон	112,9	116,7	129,8	119,8
	Запоріжанка	129,8	131,9	145,6	135,8
	Ослава	136,1	147,1	156,7	146,6
	Підпечерецька	118,9	121,0	131,2	123,7
	Талісман	136,9	143,1	161,3	147,1
	Середнє по виду	127,8	133,8	146,9	136,2
Гірчиця сарептська (яра) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Деметра	111,8	124,4	135,9	124,0
	Мрія	123,4	138,6	142,4	134,8
	Пріма	137,8	145,4	146,0	143,1
	Ретро	140,1	150,1	146,8	145,7
	Роксолана	121,6	136,8	142,5	133,6
	Росава	139,7	142,9	142,4	141,7
	Феліція	132,1	139,1	138,1	136,4
	Чорнява	120,5	127,5	132,5	126,8
	Середнє по виду	128,4	138,1	140,8	135,8
Гірчиця сарептська (озима) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Романтика	145,9	156,8	162,2	155,0
Гірчиця чорна (яра) (<i>Brassica nigra</i> Koch.)	Софія	117,8	133,7	146,6	132,7
	Вікторія	124,7	143,7	160,3	142,9
	Середнє по виду	121,3	138,7	153,5	137,8
НІР _{0,05}				8,22	

Проведений нами дисперсійний аналіз, зокрема визначення впливу факторів, дає статистичне підтвердження суттєвого впливу погодних умов на показник висоти рослин (фактор «погода» – 32 %). Вплив фактора «сорт» («варіанти») становить 58 %, а взаємодія факторів «інше» – 10 % (рис. 3.1).

У розрізі досліджуваних варіантів найбільш високорослими рослинами в умовах Лівобережного Лісостепу України характеризувались сорти: Романтика (155,0 см); Талісман (147,1 см); Ослава (146,6 см); Біла принцеса (143,9 см); Ретро (145,7 см). Мінімальні значення висоти встановлено у сортів Еталон (119,8 см), Підпечерецька (123,7 см) та Деметра (124,09 см).

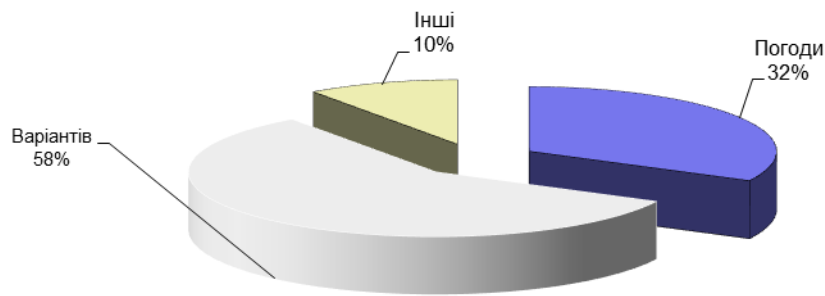


Рис. 3.1. Частка впливу факторів на показники висоти рослин гірчиці, % (2020–2022 рр.)

Накопичення органічної речовини, а потім безпосередньо формування врожаю залежить від ступеня розвитку асиміляційної поверхні [8, 11, 13]. Відомо, що оптимальними параметрами характеризується посів з площею листкової поверхні від 38,0 до 42,0 тис. м²/га [3, 6, 25]. За результатами наших спостережень вищі значення показника встановлено у сортів гірчиці білої (38,2 тис. м²/га). Дещо менші значення отримали на посівах гірчиці сарептської (34,7 тис. м²/га) та гірчиці чорної (31,7 тис. м²/га) (табл. 3.2).

У лінійці сортів за біоморфою слід відзначити озиму форму сорту – Романтика, особини якого в середньому формували до 39,9 тис. м²/га. Ярі сорти ранжувалися за цим показником так: Біла принцеса – 40,9 тис. м²/га; Ослава – 39,6 тис. м²/га; Запоріжанка – 38,2 тис. м²/га; Талісман та Феліція – 37,9 тис. м²/га; Пріма – 37,8 тис. м²/га. Мінімальну площу асиміляційної поверхні отримано на посівах гірчиці чорної сорту Вікторія – 30,2 тис. м²/га та гірчиці сарептської сорту Чорнява (29,7 тис. м²/га). Решта сортів мали показники площі листкової поверхні на рівні 31,4–36,0 тис. м²/га (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Площа листкової поверхні (тис. кв. м./га) посівів гірчиці залежно від
видових та сортових особливостей в умовах Лівобережного Лісостепу
України, % (2020–2022 рр.)**

Вид гірчиці	Сорт	Рік			
		2020	2021	2022	Середнє
Гірчиця біла (яра) (<i>Sinapis alba</i>)	Біла принцеса	39,7	40,9	42,1	40,9
	Еталон	33,8	36,8	38,8	36,5
	Запоріжанка	35,1	38,4	41,0	38,2
	Ослава	38,1	39,9	40,9	39,6
	Підпечерецька	33,6	36,1	38,4	36,0
	Талісман	36,8	37,5	39,5	37,9
	Середнє по виду	36,2	38,2	40,1	38,2
Гірчиця сарептська (яра) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Деметра	34,8	36,7	36,8	36,1
	Мрія	35,9	36,4	36,9	36,4
	Пріма	36,5	38,1	38,9	37,8
	Ретро	36,8	36,1	37,1	36,7
	Роксолана	30,0	32,5	33,0	31,8
	Росава	29,7	31,8	32,8	31,4
	Феліція	36,8	38,2	38,7	37,9
	Чорнява	29,1	29,9	30,1	29,7
	Середнє по виду	33,7	35,0	35,5	34,7
Гірчиця сарептська (озима) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Романтика	38,8	39,9	40,9	39,9
Гірчиця чорна (яра) (<i>Brassica nigra</i> Koch.)	Софія	32,2	32,9	33,9	33,0
	Вікторія	29,1	30,5	30,9	30,2
	Середнє по виду	30,6	31,7	32,4	31,6
НІР _{0,05}				1,31	

За результатами дисперсійного аналізу виявлено, що на показник площі листкової поверхні здебільшого впливають видові та сортові особливості (фактор «сорт» – 88 %). Погодні умови впливають на рівні 9 %, тоді як інші фактори лише 3 % (рис. 2). Така тенденція пояснюється біологічною здатністю популяцій рослин гірчиці до саморегуляції габітусу за різних погодних умов [9, 19, 35].

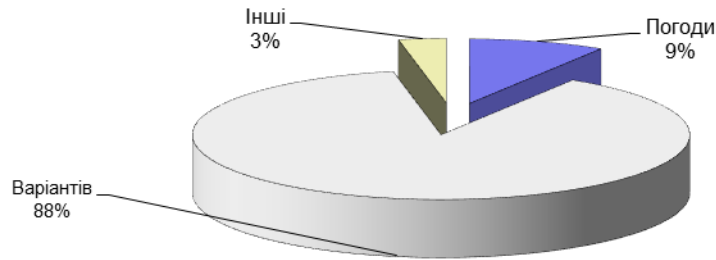


Рис. 3.2. Частка впливу факторів на показники площі листкової поверхні посіву гірчиці, % (2020–2022 рр.)

Головним елементом формування врожайності посіву є індивідуальна продуктивність рослин [21, 37, 38]. Нами було визначено масу насіння з однієї рослини (г). Максимальну індивідуальну продуктивність серед досліджуваних видів отримано в сортів гірчиці білої – 1,21 г. Менш продуктивними виявилися рослини гірчиці сарептської (1,09 г) та гірчиці чорної (1,02 г) (табл. 3.3).

У розрізі сортів більш результативним за індивідуальною продуктивністю виявився озимий сорт Романтика – 1,25 г. Серед ярих форм за цим показником у міру зниження виокремлено такі сорти: Біла принцеса – 1,32 г; Ослава – 1,25 г; Запоріжанка – 1,2 г; Феліція – 1,2 г; Талісман та Пріма – 1,18 г. Суттєвий недобір індивідуальної продуктивності отримано у сортів Росава – 0,98 г; Вікторія – 0,95 г; Чорнява – 0,93 г. Середні значення маси насіння з однієї рослини виявлено у сортів Росава – 1,0 г; Софія – 1,04 г; Деметра та Підпечерецька -1,13 г; Ретро – 1,15 г.

Факторіальний аналіз виявив, що видові та сортові особливості мають більший вплив на показники індивідуальної продуктивності та ступінь реалізації її в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Таблиця 3.3

Індивідуальна продуктивність (г) рослин гірчиці залежно від видових та сортових особливостей в умовах Лівобережного Лісостепу України, % (2020–2022 рр.)

Вид гірчиці	Сорт	Рік			
		2020	2021	2022	Середнє
Гірчиця біла (яра) (<i>Sinapis alba</i>)	Біла принцеса	1,23	1,35	1,38	1,32
	Еталон	1,08	1,14	1,22	1,15
	Запоріжанка	1,15	1,18	1,28	1,20
	Ослава	1,19	1,23	1,34	1,25
	Підпечерецька	1,03	1,15	1,22	1,13
	Талісман	1,16	1,17	1,22	1,18
	Середнє по виду	1,14	1,20	1,28	1,21
Гірчиця сарептська (яра) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Деметра	1,11	1,15	1,14	1,13
	Мрія	1,11	1,19	1,14	1,15
	Пріма	1,15	1,23	1,17	1,18
	Ретро	1,11	1,19	1,14	1,15
	Роксолана	0,96	1,04	0,99	1,00
	Росава	0,96	1,00	0,99	0,98
	Феліція	1,17	1,21	1,21	1,20
	Чорнява	0,87	1,01	0,92	0,93
	Середнє по виду	1,05	1,13	1,09	1,09
Гірчиця сарептська (озима) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Романтика	1,22	1,29	1,24	1,25
Гірчиця чорна (яра) (<i>Brassica nigra</i> Koch.)	Софія	0,98	1,08	1,05	1,04
	Вікторія	0,91	1,02	0,92	0,95
	Середнє по виду	1,04	1,13	1,07	1,08
НІР _{0,05}				0,06	

Так, вплив фактора «сорти» становить 85 %, тоді як фактори «погода» та «інші» були на рівні 7 % та 8 % відповідно (рис. 3.3).

Подібні дослідження частково висвітлені в ряді наукових праць, зокрема: для зони Лісостепу Сайко В. Ф. [29]; Мельник А. В., Жердецька С. В., Мельник Т. І., Шаббїр Г., Алі Ш. [22, 23, 34]; Козїна Т. В. [17]; Мазур В. О. та ін. [20]; Бутенко С. О. та Цзя Пей Пей [7; 34]. Для Степової зони України: Чехов А. В. та Жернова Н. П. [13, 33]; Жуйкова О. Г. та Ходос Т. А. [14, 15], Блащук М. І. та Тетерещенко Н. М. [4, 5]; Полякова О. І. та ін. [26, 27].

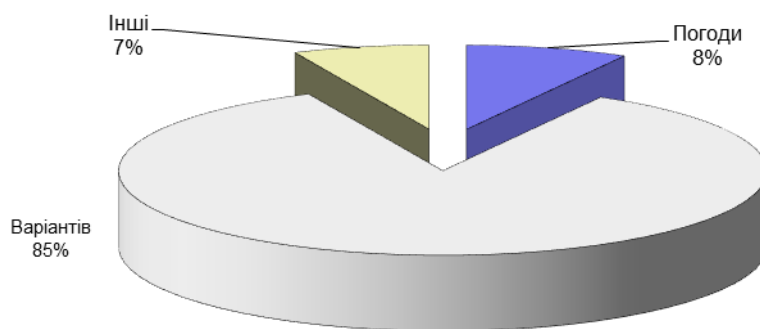


Рис. 3.3. Частка впливу факторів на індивідуальну продуктивність рослин досліджуваних сортів гірчиці, % (2020–2022 рр.)

Таким чином, варто відзначити позитивний вплив видових та сортових особливостей на реалізацію біологічного потенціалу, що підтверджується тенденціями показників висоти рослин, площі листкової поверхні та індивідуальної продуктивності рослин.

Висновки до розділу 3

1. За результатами наших досліджень встановлено, що серед видів гірчиці більш високорослими формувались особини сортів гірчиці чорної (середнє по групі значення – 137,8 см). Меншими показниками відзначалися сорти гірчиці білої (136,2 см) та гірчиці сизої (135,8 см). Розподіл сортів за висотою мав таку послідовність: Романтика (155,0 см); Талісман (147,1 см); Ослава (146,6 см); Біла принцеса (143,9 см); Ретро (145,7 см). Дисперсійний аналіз виявив, що на висоту рослин впливали сортові особливості найбільшою мірою – 58 %; а фактор «погода» – 32 %.

2. Вищі значення показника площі листової поверхні відмічено у сортів гірчиці білої (38,2 тис. м²/га). Дещо менші значення отримали на посівах гірчиці сарептської (34,7 тис. м²/га) та гірчиці чорної (31,7 тис. м²/га). У розрізі сортів цей показник ранжувався від Біла принцеса – 40,9 тис. м²/га; Ослава – 39,6 тис. м²/га; Запоріжанка – 38,2 тис. м²/га; Талісман та Феліція – 37,9 тис. м²/га і найнижчим він був у сорту Пріма – 37,8 тис. м²/га. Дисперсійний аналіз підтвердив, що максимальний вплив на площу асиміляційної поверхні мають видові та сортові особливості – 88 %, тоді як «погодні умови» 9 %, а інші фактори – лише 3 %.

3. У середньому максимальну індивідуальну продуктивність отримано в гірчиці білої на рівні – 1,21 г. Серед ярих форм у міру зниження показника сорти ранжувалися: Біла принцеса – 1,32 г; Ослава – 1,25 г; Запоріжанка – 1,2 г; Феліція – 1,2 г; Талісман та Пріма – 1,18 г. Суттєвий недобір індивідуальної продуктивності отримано у сортів Росава – 0,98 г; Вікторія – 0,95 г; Чорнява – 0,93 г. Середні значення маси насіння з однієї рослини визначено у сортів: Росава – 1,0 г; Софія – 1,04 г; Деметра та Підпечерецька – 1,13 г; Ретро – 1,15 г.

Список використаних джерел до розділу 3

1. Абрамик М. І., Гузінович С. Й., Зозуля О. Л. Гірчиця. Івано-Франківськ : Симфонія, 2011. 32 с.
2. Архипенко Ф. М., Слюсар С. М., Оксимець О. Л. Гірчиця біла – культура широкого діапазону використання. *Агроном*. 2006. № 3. С. 26–28.
3. Біологічні та агроекологічні основи підвищення продуктивності сільськогосподарських культур /А. Ф. Гойчук, П. Г. Копитко, З. М. Грицаєнко та ін. *Біологічні науки і проблеми рослинництва: зб. наук. праць УДАУ*. Умань, 2003. С. 5–14.
4. Блащук М. І., Тетерещенко Н. М. Вплив строків сівби та доз мінеральних добрив на продуктивність гірчиці білої. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. № 21, 2014. С. 65–74.
5. Блащук М. І., Тетерещенко Н. М. Вплив технології на продуктивність гірчиці білої сорту Запоріжанка за умов нестійкого зволоження. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. № 24, 2017. С.146–155.
6. Бутенко С. О., Цзя Пей Пей, Колосок В. Г. Особливості використання фотосинтетично активної радіації рослинами гірчиці ярої в умовах Лівобережного Лісостепу України *Гончарівські читання : матеріали міжнародної науково- практичної конференції*. Суми, 2021. С. 78–79.
7. Бутенко С. О., Цзя Пей Пей. Вплив регуляторів росту рослин на якість зерен гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 124. С. 10–18. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.2>.
8. Вишнівський П. С., Вишневський В. С. Вплив рівня удобрення та позакореневого підживлення на формування продуктивності різних видів гірчиці. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*, № 22, 2015: 99–109.

9. Вовченко Ю. В. Особливості росту й розвитку видів гірчиці залежно від погодних умов періоду вегетації. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2009. № 4. С. 65–73.
10. Губенко Л. Гірчичні реалії та перспективи. *Пропозиція*. №1, 2019 р. URL: <https://propozitsiya.com/ua/girchichni-realiyi-ta-perspektyvu>.
11. Дерев'янський В. П., Ліщук О. А., Ковальчук Н. В. Формування продуктивності сортів гірчиці білої залежно від агротехнічних прийомів вирощування. *Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету*. № 1 (1). (2014). С. 31–39.
12. Жатов О. Г., Каленська С. М., Троценко В. І. Мельник А. В. та ін. Технічні культури. Практикум : навчальний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2013. 284 с.
13. Жернова Н. П. Удосконалення прийомів технології вирощування гірчиці білої в умовах південного Степу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Херсон, 2011. 16 с.
14. Жуйков О. Г. Ходос Т. А. Формування комплексу біометричних, структурних і продуктивних показників гірчиці сарептської залежно від норми висіву та рівня біологізації технології вирощування культури в умовах Південного Степу. *Аграрні інновації* (10), 46–50. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.8>
15. Жуйков О. Г. Продуктивність та якість насіння гірчиці сарептської в залежності від рівнів зволоження та норм мінеральних добрив. *Таврійський науковий вісник : зб. наук. пр.* Херсон: Айлант, 2000. Вип. 16. С. 114–116.
16. Кернасюк Ю. Експортний тренд – нішеві культури. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 4. С. 23–25.
17. Козіна Т. В. Удосконалення окремих елементів сортової технології вирощування гірчиці білої в умовах Лісостепу західного : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Кам'янець-Подільський, 2013. 20 с.

18. Колосок В. Г., Бутенко С. О. Видові особливості формування якості насіння гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського НАУ*. 2023. № 1. (51). С. 64–71. DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.8>
19. Кузьменко О. Р., Белка О. В., Гайдаш Є. В. Науково-технічна діяльність Інституту олійних культур НААН щодо забезпечення інноваційного розвитку аграрного сектору України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*, 2021. № 31:160-168. DOI <https://doi.org/10.36710/ioc-2021-31-15>.
20. Мазур В. О., Проців П. Б., Гамалій С. М., Попович Ю. В. Гірчиця. Івано-Франківськ : Симфонія-форте, 2009. 88 с.
21. Мельник А. В. Агробіологічні особливості вирощування соняшнику та ріпаку ярого в умовах північно-східного Лісостепу України : монографія. Суми : ВТД Університетська книга. 2007. 229 с.
22. Мельник А. В. Жердецька С. В. Вплив доз мінеральних добрив на врожайність гірчиці ярої сизої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Науковий вісник нац. університету біоресурсів і природокористування України*. Київ. 2017. № 269. С. 177–185.
23. Мельник Т. І., Алі Ш., Колосок В. Г. Якість насіння гірчиці білої залежно від сорту та норм висіву в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2020. № 113. С. 92–97.
24. Осик Н. С. Особенности химического состава семян и масла горчицы сарептской /Н.С. Осик, И.В. Шведов, Г.З. Шишков, П. А. Каленов. *Известия вузов. Пищевая технология*. 2000. № 4. С. 20–23.
25. Поливаний С. В., Голунова Л. А. Анатомічні особливості будови листового апарату рослин гірчиці білої за дії стимуляторів росту. ISSN 2414-9810 (Print). ISSN 2616-6720 (Online). *Біологія та екологія*. 2020. Том 6. № 1–2. С. 48–50.
26. Поляков О. І. Особливості формування продуктивності гірчиці ярої під впливом стимуляторів росту за різних способів сівби. *Науково-*

технічний бюлетень Інституту олійних культур Національної академії аграрних наук. 2017. Вип. 24. С. 181–187. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpio_k_2017_24_22

27. Поляков О. І., Вахненко С. В., Нікітенко О. В., Вендель В. В. Особливості формування продуктивності гірчиці ярої під впливом мінеральних добрив за різних норм висіву. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН.* 2016. № 23. С. 155–161.

28. Посівна-2023: чи потрапить гірчиця до переліку перспективних культур Електронний ресурс – Режим доступу: <https://ukragroconsult.com/news/posivna-2023-chy-potrapyt-girchyczya-do-pereliku-perspektyvnyh-kultur/>

29. Рекомендації з вирощування ріпаку ярого та гірчиці білої : науково -методичне видання /В. Ф. Сайко та ін. Київ : Колобіг, 2005. 36 с.

30. Рынок горчицы – рост, тенденции, влияние COVID-19 и прогнозы (2023–2028 гг.) Електронний ресурс – Режим доступу: <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/mustard-market>

31. Статистичні дані. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#home> Food and agriculture data.

32. Технічні культури. Практикум: навч. пос. / О. Г. Жатов, С. М. Каленська, В. І. Троценко, А. В. Мельник та ін. Суми: ВТД «Університетська книга», 2013. 284 с.

33. Чехов А. В., Жернова Н. П. Технологічні аспекти вирощування гірчиці білої в умовах південного степу України. *Науково-техн. бюл. ІОК УААН.* Запоріжжя, 2009. Вип. 14. С. 156–200.

34. Шахід Алі. Вплив норм мінеральних добрив на ріст та розвиток рослин гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник.* Херсон. 2018. № 101. С. 132–136.

35. Burton W., Salisbury P., Potts D. (2003). The potential of canola quality brassica *Juncea* as an oilseed crop for australia. Proceedings 13-Th Biennial Australian Research Assembly on Brassicas, Tamworth, NSW, 62–64.

36. Butenko Sergey , Melnyk Andrii, Melnyk Tetiana, Jia Peipei, Kolosok Volodymyr. Influence of Growth Regulators with Anti–Stress Activity on Productivity Parameters of *Sinapis alba* L. *Journal of Ecological Engineering*. 2022, 23(9), 128–135.

33. Dhaliwal S. S., Sharma, V., Shukla A. K., Verma V., Sandhu P. S., Behera S. K., Hossain A. (2021). Interactive Effects of Foliar Application of Zinc, Iron and Nitrogen on Productivity and Nutritional Quality of Indian Mustard (*Brassica juncea* L.). *Agronomy*, 11(11), 2333. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.121.6>

34. Jia P., Melnyk A., Zhang Z., Butenko S., Kolosok V. Effects of seed pre-treatment with plant growth compound regulators on seedling growth under drought stress. *Agraarteadus*.2021. 32(2). P. 251–256. DOI: <https://doi.org/10.15159/jas.21.35>.

35. Melnik A. V., Zherdetskaya S. V., Shahid Ali, Gulyam Shabir. Agro-biological features of growing the brown mustard under the conditions of left-bank forest-stepp of Ukraine. *AgroFor International Journal*. Vol. 4. Issue No. 1. 2019. P. 93–12.

36. Melnik A. V., Zherdetska S. V., Ali S., Romanko Y. O., Makarchuk A.V., Akuaku J. State and prospects for growing oil crops in Ukraine under the conditions of climate change. *Science and World*. 2015. 1(10). P. 113–116.

37. Mir MR, Khan NA, Ashraf Bhat M, Lone NA, Rather GH, Razivi SM, Bhat KA, Singh S, Payne WA. Effect of ethrel spray on growth and photosynthetic characteristics of mustard (*Brassica juncea* L. Czern and Coss) cultivars. *International Journal of Current Research*. 2010; 6: 22–26.

38. Singh R. K., Singh R. P., Singh M. (2013). Weed management in rapeseed-mustard - a review. *Agricultural Reviews*, 34, 36–49.

РОЗДІЛ 4

ВИДОВІ ТА СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ТА ЯКОСТІ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Урожайність визначає доцільність впровадження досліджуваних елементів технології будь-якої сільськогосподарської культури. У наших дослідженнях саме врожайність дозволяє стверджувати про рівень реалізації біологічного потенціалу досліджуваних сортів гірчиці.

За результатами наших досліджень виявлено, що озимий сорт Романтика сформував найвищу врожайність насіння (1,75 т/га). Серед досліджуваних видів найбільшою мірою реалізували свій потенціал сорти гірчиці білої від 1,59 до 1,85 т/га (у середньому 1,69 т/га). Суттєво менші рівні врожайності отримали в гірчиці сарептської 1,30–1,67 т/га (у середньому 1,53 т/га). Найменшу врожайність насіння отримали у сортів гірчиці чорної 1,33–1,45 т/га (у середньому 1,39 т/га).

У розрізі досліджуваних сортів абсолютними лідерами з середньою врожайністю за роки досліджень є: Біла принцеса (1,85 т/га); Романтика та Ослава (1,75 т/га); Запоріжанка (1,68 т/га); Феліція (1,67 т/га); Пріма (1,66 т/га), Талісман (1,65 т/га). Середні рівні врожайності було отримано у сортів: Ретро (1,62 т/га); Еталон та Мрія (1,61 т/га); Підпечерецька (1,59 т/га); Деметра (1,58 т/га). Мінімальну врожайність показали сорти: Софія (1,45 т/га); Роксолана (1,4 т/га); Росава (1,38 т/га); Вікторія (1,33 т/га); Чорнява (1,30 т/га).

Слід відзначити, що умови року також впливали на рівень реалізації біологічного потенціалу сортів. Так, у середньому по досліді найвищий середній показник врожайності (1,62 т/га) був у 2021 році. Дещо менше насіння (1,59 т/га) було зібрано в 2022 році. Мінімальна середня врожайність (1,52 т/га) була в 2020 році. Зазначимо, що в розрізі досліджуваних видів реалізація біологічного потенціалу від погодних умов різнилась. Так,

найвищі рівні врожайності сортів гірчиці білої (1,77 т/га) було отримано у вологий 2022 рік. Водночас сорти більш посухостійких видів, а саме гірчиця сарептська (1,6 т/га) та гірчиця чорна (1,44 т/га), реалізували себе в нормальний за зволоженням 2021 рік, де ГТК був на рівні 1,03.

Таблиця 4.1

Урожайність насіння гірчиці залежно від видових та сортових особливостей в умовах Лівобережного Лісостепу України, т/га (2020–2022 рр.)

Вид гірчиці	Сорт	Рік			
		2020	2021	2022	Середнє
Гірчиця біла (яра) (<i>Sinapis alba</i>)	Біла принцеса	1,75	1,87	1,92	1,85
	Еталон	1,51	1,62	1,71	1,61
	Запоріжанка	1,61	1,69	1,75	1,68
	Ослава	1,66	1,75	1,84	1,75
	Підпечерецька	1,48	1,59	1,69	1,59
	Талісман	1,62	1,65	1,69	1,65
	Середнє по виду	1,61	1,70	1,77	1,69
Гірчиця сарептська (яра) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Деметра	1,55	1,66	1,53	1,58
	Мрія	1,58	1,69	1,57	1,61
	Пріма	1,61	1,72	1,64	1,66
	Ретро	1,62	1,65	1,58	1,62
	Роксолана	1,32	1,49	1,38	1,40
	Росава	1,31	1,43	1,39	1,38
	Феліція	1,62	1,75	1,65	1,67
	Чорнява	1,28	1,37	1,26	1,30
	Середнє по виду	1,49	1,60	1,50	1,53
Гірчиця сарептська (озима) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Романтика	1,71	1,84	1,71	1,75
Гірчиця чорна (яра) (<i>Brassica nigra</i> Koch.)	Софія	1,42	1,48	1,45	1,45
	Вікторія	1,28	1,39	1,31	1,33
	Середнє по виду	1,35	1,44	1,38	1,39
НІР _{0,05}				0,08	

Проведений дисперсійний аналіз підтвердив вплив фактора «погодні умови» на рівні 7,0 %. Сортіві особливості впливали найбільшою мірою, що становило 87,0 % (рис. 4.1).

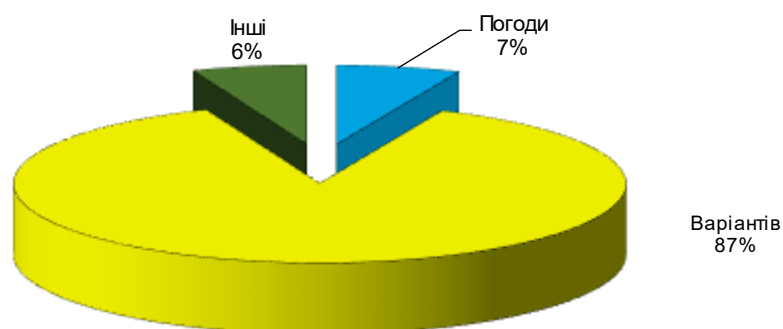


Рис. 4.1. Частка впливу факторів на врожайність досліджуваних сортів гірчиці, % (2020–2022 рр.)

Головним продуктом переробки насіння гірчиці є олія. Важливою її особливістю є найвищий кислотний показник і довше за інші рослинні олії зберігання; вона повільно окислюється [8]. Також особливістю є багатий на жиророзчинні вітаміни склад (А, В₆, РР, D, Т, R та Р) [4, 26, 31].

Широке використання гірчиної олії в маргариновій та миловарній промисловості. Водночас рослини гірчиці відіграють важливу роль в парфумерії та традиційній медицині [5, 26]. Антисептичні властивості, які базуються на специфічному хімічному складі та наявності ефірної олії, обумовлюють широке використання для консервування продуктів [18, 28]. Рядом науковців доведено високоефективне використання гірчиного шроту як джерела природного харчового консервування [13, 15, 17, 23].

Отже, якість продукції гірчиці залежить як від виповненості насіння, так і від хімічного складу, що робить актуальним дослідження в цьому напрямі.

Основним показником крупності насіння є маса 1000 штук насінин (табл. 4.2). Серед досліджуваних видів найбільш виповнене насіння було в гірчиці білої (4,6 г).

Таблиця 4.2

Маса 1000 штук насінин гірчиці залежно від видових та сортових особливостей в умовах Лівобережного Лісостепу України, г (2020–2022 рр.)

Вид гірчиці	Сорт	Рік			
		2020	2021	2022	Середнє
Гірчиця біла (яра) (<i>Sinapis alba</i>)	Біла принцеса	4,7	4,8	5,2	4,9
	Еталон	3,8	4,2	4,5	4,2
	Запоріжанка	4,7	4,8	5,1	4,9
	Ослава	4,3	4,7	4,9	4,6
	Підпечерецька	3,6	4	4,3	4,0
	Талісман	4,5	4,8	5	4,8
	Середнє по виду	4,3	4,6	4,8	4,6
Гірчиця сарептська (яра) (<i>Brassica juncea Czern</i>)	Деметра	3	3,5	3,1	3,2
	Мрія	2,9	3,4	2,9	3,1
	Пріма	3,3	3,5	3,4	3,4
	Ретро	3,2	3,5	3,1	3,3
	Роксолана	2,9	3,1	3	3,0
	Росава	3,2	3,5	3,3	3,3
	Феліція	3	3,4	3,2	3,2
	Чорнява	2,8	2,8	2,6	2,7
	Середнє по виду	3,0	3,3	3,1	3,2
Гірчиця сарептська (озима) (<i>Brassica juncea Czern</i>)	Романтика	4,9	5,0	5,3	5,1
Гірчиця чорна (яра) (<i>Brassica nigra Koch.</i>)	Софія	3,6	3,9	3,8	3,8
	Вікторія	3,9	4,0	3,3	3,7
	Середнє по виду	3,8	4,0	3,6	3,8
НІР _{0,05}				0,34	

Суттєво менші показники отримали у гірчиці чорної (3,8 г) та гірчиці сарептської (3,2 г). Окремим кластером можна охарактеризувати озиму форму гірчиці сарептської. Сорт Романтика в середньому за досліджувані

роки сформував насіння максимальною вагою 1000 шт. (5,1 г). У розрізі решти сортів найбільші значення були отримані: Біла принцеса та Запоріжанка (4,9 г); Талісман (4,8 г). Сорти гірчиці чорної формували насіння з вагою 3,7–3,8 г. Серед сортів гірчиці сарептської найвиповненіше насіння – у Пріми (3,4 г), Ретро та Росави (3,3 г). Найдрібніше насіння – у сорту Чорнява (2,7 г). Середні по виду показники маси 1000 насінин (3,0–3,2 г) були у сортів Роксолана, Мрія, Деметра, Феліція.

Цікавим фактором було визначення видових та сортових відмінностей у формуванні показника маси 1000 насінин залежно від погодних умов [3, 6, 14, 29]. Так, для гірчиці білої умови вологого 2022 року сприяли формуванню більш виповненого насіння (4,8 г), ніж у сухі 2020 та 2021 рр. (4,3–4,6 г). А от для гірчиці сарептської та гірчиці чорної більш сприятливим виявився посушливий 2021 рік. Маса 1000 насінин у цей рік становила 3,3 та 4,0 г відповідно для вищенаведених видів гірчиці.

На нашу думку, така тенденція зумовлена біологічними особливостями видів *Brassica juncea* та *Brassica nigra*, що має підтвердження у ряді наукових праць, зокрема: Вовченка Ю. В. та Фурсової Г. К. [3], Полякова О. І. та Журавля В. М. [24], Жердецької С. В. [10], Жуйкова О. Г. [12, 14].

Наступним важливим показником якості насіння гірчиці є вміст протеїну (табл. 4.3). Відомо, що протеїн – це білок, який сприяє росту і відновленню клітин усіх систем організму людини. Термін «протеїн» походить від грецького слова «protos», що означає «перший, базовий», отже, це підтвердження важливості для життя людини.

За результатами лабораторних досліджень виявлено, що цей показник варіював від 22,1 до 33,3 %. Істотна різниця була виявлена і в межах видів гірчиць. Так, більший вміст протеїну сформовано в насінні гірчиці чорної (32,3 %) та гірчиці білої (32,4 %). Мінімальними значеннями характеризувались сорти гірчиці сарептської, що мали найменше середнє значення по виду (28,0 %). Також слід зазначити, що в насінні озимого сорту Романтика було накопичено лише 22,1 % протеїну. У розрізі сортів перші

місця за таким показником у сортів Запоріжанка, Підпечерецька та Еталон, у насінні яких було накопичено понад 33,0 % протеїну.

Таблиця 4.3

**Вміст протеїну в насінні гірчиці залежно від видових та сортових особливостей в умовах Лівобережного Лісостепу України, %
(2020–2022 рр.)**

Вид гірчиці	Сорт	Рік			
		2020	2021	2022	Середнє
Гірчиця біла (яра) (<i>Sinapis alba</i>)	Біла принцеса	28,9	29,6	30,2	29,6
	Еталон	31,8	33,9	34,1	33,3
	Запоріжанка	32,3	32,9	34,0	33,0
	Ослава	32,1	32,4	33,8	32,8
	Підпечерецька	32,6	32,9	33,9	33,1
	Талісман	32,1	32,6	33,9	32,9
	Середнє по виду	31,6	32,4	33,3	32,4
Гірчиця сарептська (яра) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Деметра	33,3	25,3	30,1	29,6
	Мрія	24,8	34,0	28,8	29,2
	Пріма	23,5	24,5	25,7	24,6
	Ретро	25,7	26,4	28,4	26,8
	Роксолана	25,5	26,5	30,3	27,4
	Росава	32,3	32,0	33,1	32,5
	Феліція	24,9	25,1	26,4	25,5
	Чорнява	27,9	28,3	29,9	28,7
	Середнє по виду	27,2	27,8	29,1	28,0
Гірчиця сарептська (озима) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Романтика	21,9	21,8	22,5	22,1
Гірчиця чорна (яра) (<i>Brassica nigra</i> Koch.)	Софія	29,0	34,4	33,2	32,2
	Вікторія	32,2	33,3	32,1	32,5
	Середнє по виду	30,6	33,8	32,6	32,3
НІР _{0,05}				3,2	

Головним показником якості насіння гірчиці є вміст жиру [9, 16, 19, 22]. Серед досліджуваних видів максимальний показник за олійністю було виявлено у гірчиці сарептської (табл. 4.4). Так, середній показник у ярих форм *Brassica juncea* становив 38,0 %. Істотно менші середні значення було

розраховано у гірчиці чорної (30,5 %) та гірчиці білої (28,2 %). У насінні озимого сорту Романтика було накопичено 33,2 % жиру.

Таблиця 4.4

**Вміст олії в насінні гірчиці залежно від видових та сортових особливостей в умовах Лівобережного Лісостепу України, %
(2020–2022 рр.)**

Вид гірчиці	Сорт	Рік			
		2020	2021	2022	Середнє
Гірчиця біла (яра) (<i>Sinapis alba</i>)	Біла принцеса	31,5	31,2	29,7	30,8
	Еталон	27,1	27,2	26,5	26,9
	Запоріжанка	28,4	28,5	27,9	28,3
	Ослава	29,7	29,9	28,9	29,5
	Підпечерецька	26,5	26,8	25,9	26,4
	Талісман	27,1	27,8	27,0	27,3
	Середнє по виду	28,4	28,6	27,7	28,2
Гірчиця сарептська (яра) (<i>Brassica juncea Czern</i>)	Деметра	37,1	38,2	36,9	37,4
	Мрія	38,1	38,2	36,5	37,6
	Пріма	41,9	41,2	37,8	40,3
	Ретро	40,9	41,2	38,1	40,1
	Роксолана	40,2	40,8	36,1	39,0
	Росава	35,7	41,1	34,9	37,2
	Феліція	38,1	38,5	36,5	37,7
	Чорнява	35,5	36,5	32,2	34,7
	Середнє по виду	38,4	39,5	36,1	38,0
Гірчиця сарептська (озима) (<i>Brassica juncea Czern</i>)	Романтика	34,0	33,5	32,1	33,2
Гірчиця чорна (яра) (<i>Brassica nigra Koch.</i>)	Софія	31,2	31,8	30,1	31,0
	Вікторія	31,0	27,3	31,6	30,0
	Середнє по виду	31,1	29,6	30,9	30,5
НІР _{0.05}				2,1	

У розрізі досліджуваних сортів найвищу олійність мало насіння сортів Пріма та Ретро (понад 40,0 %). Вище середнього значення (33,2 %) за вмістом жиру характеризувались сорти Росава (37,2 %), Деметра (37,4 %), Мрія (37,6 %), Феліція (37,7 %) та Роксолана (39,0 %). Слід відзначити подібну тенденцію впливу погодних умов на накопичення олії в насінні

гірчиці білої та сарептської. Максимальний вміст жиру виявлено в насінні, сформованому за метрологічних умов 2021 року. Цей показник у гірчиці білої – 28,6 %; гірчиці сарептської – 39,5 %. Дещо інша ситуація була у гірчиці чорної, де вищу олійність (31,1 %) мало насіння, сформоване в умовах найбільш посушливого 2020 року.

Визначальним показником продуктивності олійних культур є біологічний збір олії з одиниці площі (тал. 4.5).

Таблиця 4.5

Збір олії залежно від видових та сортових особливостей гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України, т/га (2020–2022 рр.)

Вид гірчиці	Сорт	Рік			
		2020	2021	2022	Середнє
Гірчиця біла (яра) (<i>Sinapis alba</i>)	Біла принцеса	0,55	0,58	0,57	0,57
	Еталон	0,41	0,44	0,45	0,43
	Запоріжанка	0,46	0,48	0,49	0,48
	Ослава	0,49	0,52	0,53	0,52
	Підпечерецька	0,39	0,43	0,44	0,42
	Талісман	0,44	0,46	0,46	0,45
	Середнє по виду	0,46	0,48	0,49	0,48
Гірчиця сарептська (яра) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Деметра	0,58	0,63	0,56	0,59
	Мрія	0,60	0,65	0,57	0,61
	Пріма	0,67	0,71	0,62	0,67
	Ретро	0,66	0,68	0,60	0,65
	Роксолана	0,53	0,61	0,50	0,55
	Росава	0,47	0,59	0,49	0,51
	Феліція	0,62	0,67	0,60	0,63
	Чорнява	0,45	0,50	0,41	0,45
	Середнє по виду	0,57	0,63	0,54	0,58
Гірчиця сарептська (озима) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Романтика	0,58	0,62	0,55	0,58
Гірчиця чорна (яра) (<i>Brassica nigra</i> Koch.)	Софія	0,44	0,47	0,44	0,45
	Вікторія	0,40	0,38	0,41	0,40
	Середнє по виду	0,42	0,42	0,43	0,42
НІР _{0.05}				0,04	

У нашому випадку це вихід (збір) олії з гектара. Отже, розраховано, що серед досліджуваних видів найбільший збір олії було отримано на посівах гірчиці сарептської, як ярих, так і озимої форми (0,58 т/га). Дещо менше середнє значення було отримано у сортів гірчиці білої (0,48 т/га). Мінімальний збір олії розраховано у сортів гірчиці чорної (0,42 т/га).

У розрізі досліджуваних сортів максимальний біологічний збір олії забезпечили: Пріма (0,67 т/га); Ретро (0,65 т/га); Феліція (0,63 т/га) та Мрія (0,61 т/га).

Для виявлення видових особливостей залежності основних показників якості, а саме маси 1000 шт., вмісту білка та олії побудували 3-D графіки (рис. 4.2–4.4). Отже, для гірчиці білої наявна чітка тенденція до збільшення вмісту олії за зменшення вмісту білка та підвищення маси 1000 шт. (рис. 4.2).

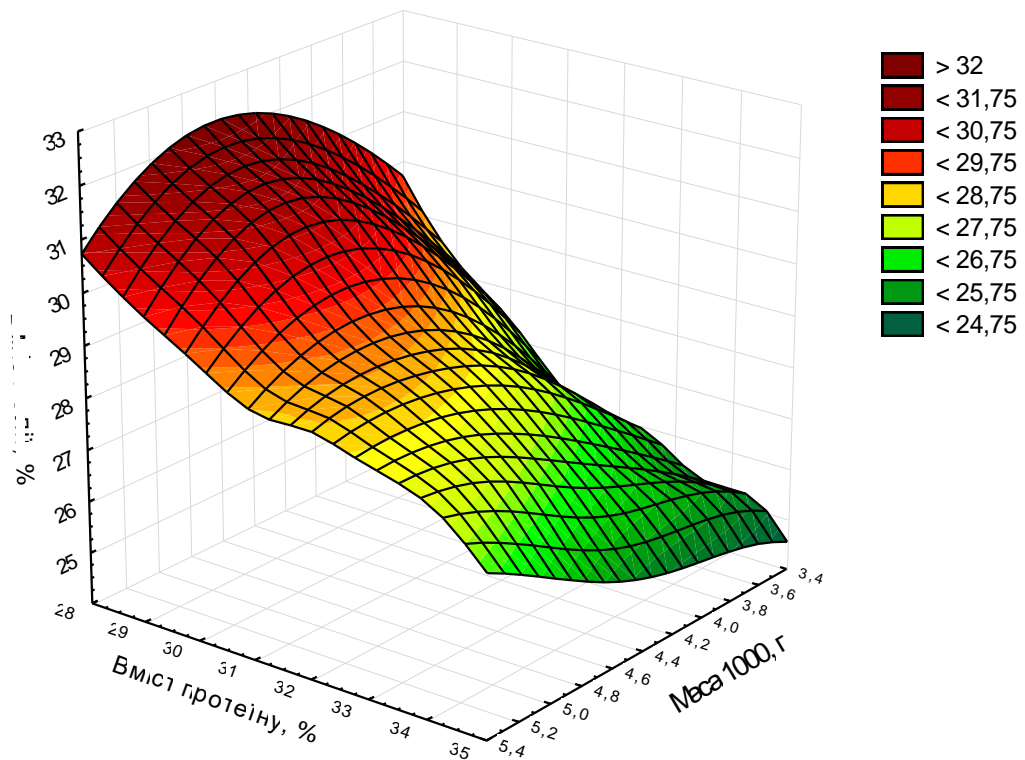


Рис. 4.2. Залежність показників вмісту олії (%) від маси 1000 шт. насінин (г) та вмісту білка (%) для сортів гірчиці білої (у середньому за 2020–2022 рр.)

У гірчиці сарептської виявлена дещо інша залежність, зокрема має місце високоолійне насіння з мінімальними показниками вмісту білка та максимальними маси 1000 шт. насінин (головний пік) (рис. 4.3). Також є (додатковий другий) пік, де дрібне насіння з максимальними значеннями вмісту протеїну було високоолійним (понад 40,0 %).

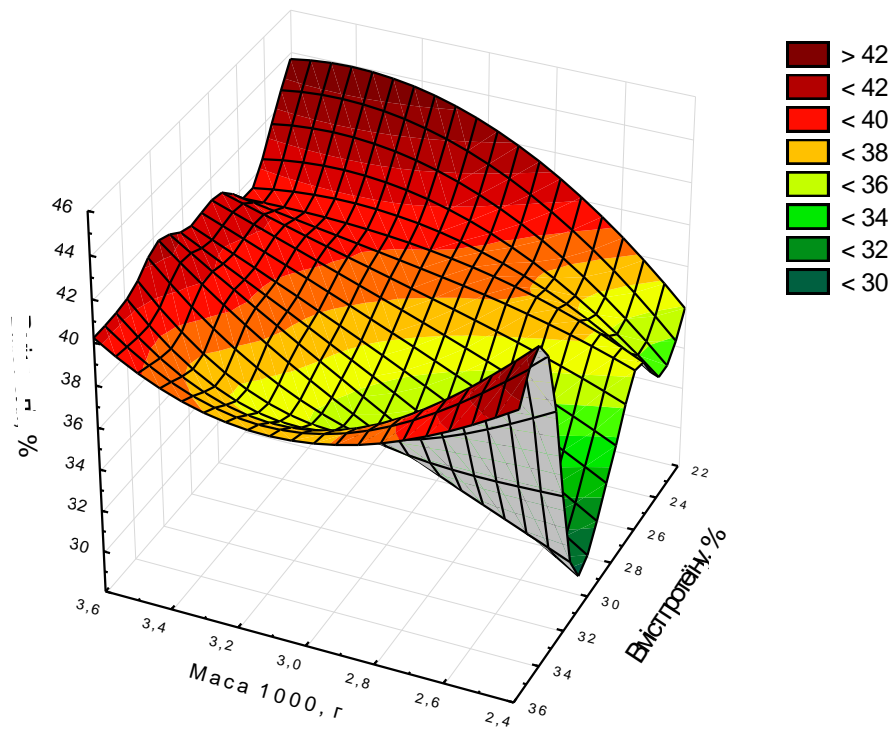


Рис. 4.3. Залежність показників вмісту олії (%) від маси 1000 шт. насінин (г) та вмісту білка (%) для сортів гірчиці сарептської (у середньому за 2020–2022 рр.)

Побудований графік для гірчиці чорної мав також два піки. Так, найбільший вміст олії (понад 41,0 %) отримано в насіння з низьким вмістом білка та масою 1000 шт. насінин (3,2–3,3 г). Наявний також другий пік, де високоолійне та крупне насіння (маса 1000 шт. понад 3,8 г) мало високий вміст білка (рис. 4.4).

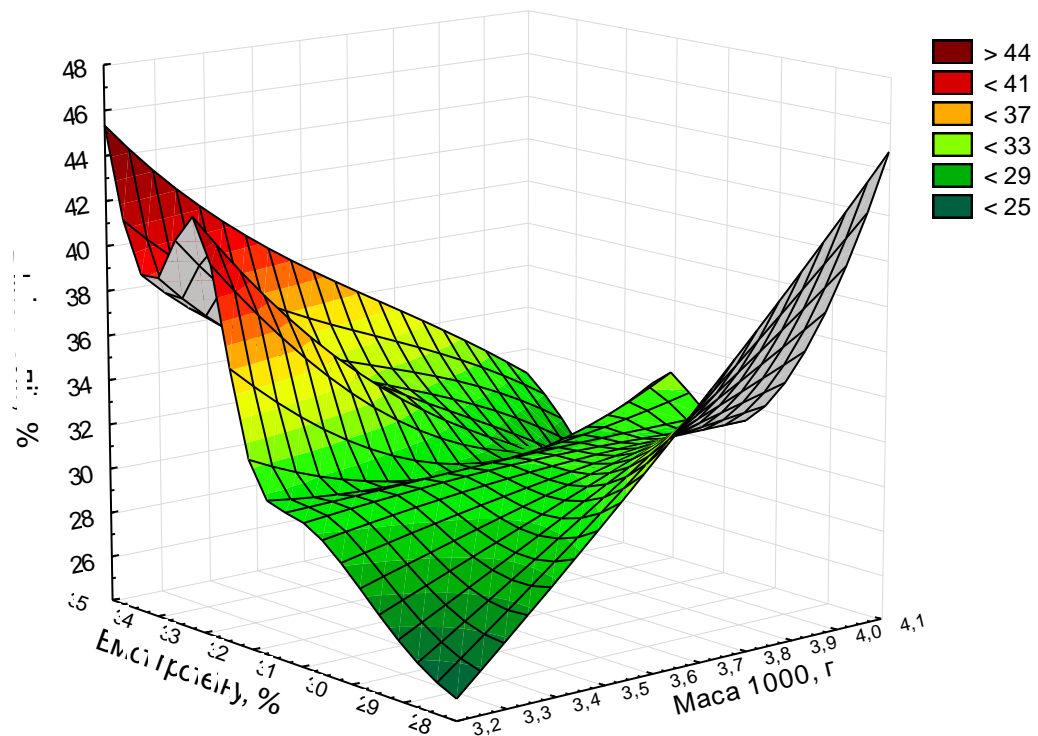


Рис. 4.4. Залежність показників вмісту олії (%) від маси 1000 шт. насінин (г) та вмісту білка (%) для сортів гірчиці чорної (у середньому за 2020–2022 рр.)

Отже, одним із важливих завдань за виробництва гірчиці є отримання високоякісної продукції, зокрема насіння. Вирішення цього завдання можна розглядати в двох напрямках: по перше, це проведення селекційної роботи на поліпшення біохімічного складу олії, що має позитивні результати роботи ряду вітчизняних селекціонерів [7, 15, 24]. В Україні основними оригінаторами гірчиці є: Інститут олійних культур НААН (м. Запоріжжя), Науково-дослідний центр «Інститут землеробства НААН», Інститут кормів НААН, Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НААН, Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника, Івано-Франківський інститут аграрного виробництва НААН, Хмельницький інститут агропромислового виробництва НААН, ТОВ «НДВАП «Українська гірчиця», ПСП «Агротехсервіс», ТОВ «АНДІ» Аграрний науково-дослідний

інститут, деякі зарубіжні селекційні установи: П. Х. Петерсон Заатцухт Лундегеард, Піонер Хай Бред Світцерленд СА тощо [7, 14].

Другий складник – це відпрацювання елементів технології вирощування з метою отримання насіння високої якості (маса 1000 насінин, вміст олії, білка та клітковини, жирнокислотний склад). Подібні дослідження частково висвітлені в ряді наукових праць, зокрема: Вишнівського П. С. [2], Оксимець О. Л. [22], Вовченко Ю. В. та Фурсова Г. К. [3], Мельника А. В. та Жердецької С. В. [20] для умов Лівобережного Лісостепу; Козіної Т. В. [17] для Правобережного Лісостепу; Мазур В. О. та ін. [19] – для Прикарпаття; Чехова А. В. та Жернової Н. П. [25], Жуйкова О. Г. [14], Полякова О. І. та ін. [23], Гамаюнової В. В. та ін. [6] для Степової зони України.

Результати польових досліджень та лабораторних аналізів виявили особливості формування показників якості насіння, зокрема маси 1000 шт. насінин, вмісту білка та олії залежно від виду та сорту гірчиці.

Крупніше насіння сформували сорти гірчиці білої (4,6 г), вищий вміст білка в насінні сортів гірчиці чорної та білої (32,3–32,4 %), а найвищу олійність формувало насіння сортів гірчиці сарептської (38,0 %).

Висновки до розділу 4

1. За результатами досліджень найвищу врожайність отримано у сортів гірчиці білої від 1,59 до 1,85 т/га (у середньому 1,69 т/га). У розрізі досліджуваних сортів: Біла принцеса (1,85 т/га); Романтика та Ослава (1,75 т/га); Запоріжанка (1,68 т/га); Феліція (1,67 т/га); Пріма (1,66 т/га), Талісман (1,65 т/га).

2. Визначено, що в розрізі досліджуваних видів реалізація біологічного потенціалу від погодних умов різнилась. Так, найвищі рівні врожайності сортів гірчиці білої (1,77 т/га) було отримано у вологий 2022 рік. Сорти гірчиці сарептської та гірчиці чорної реалізували себе в нормальній за зволоженням 2021 рік (1,6 та 1,44 т/га відповідно).

3. Найбільший збір олії було отримано на посівах гірчиці сарептської (0,58 т/га). У розрізі досліджуваних сортів максимальний збір олії забезпечили: Пріма (0,67 т/га); Ретро (0,65 т/га); Феліція (0,63 т/га) та Мрія (0,61 т/га).

4. Установлено серед досліджуваних сортів найвищий показник маси 1000 насінин: Біла принцеса та Запоріжанка (4,9 г), Талісман (4,8 г). Суттєво менші показники отримано у сортів гірчиці чорної (3,8 г) та гірчиці сарептської (3,2 г).

5. Доведено, що умови вологого 2022 року сприяли формуванню більш виповненого насіння (4,8 г) гірчиці білої, ніж у сухі 2020 та 2021 роки (4,3–4,6 г). Для гірчиці сарептської та гірчиці чорної більш сприятливим виявився посушливий 2021 рік (маса 1000 насінин 3,3 та 4,0 г відповідно).

6. Виявлено, що більший вміст протеїну було сформовано в насінні гірчиці чорної (32,3 %) та гірчиці білої (32,4 %). Максимальні значення (понад 33,0 % протеїну) отримано в сортів Запоріжанка, Підпечерецька та Еталон. Мінімальний вміст білка розраховано в гірчиці сарептської (у середньому по сортах – 28,0 %).

7. Максимальний показник вмісту жиру отримано в гірчиці сарептської (38,0 %). Істотно менші середні значення розраховано в гірчиці

чорної (30,5 %) та гірчиці білої (28,2 %). У розрізі досліджуваних сортів найвищу олійність мало насіння сортів Пріма та Ретро (понад 40,0 %).

8. За метрологічних умов 2021 року отримано вищий вміст жиру: гірчиці білої – 28,6 %; гірчиці сарептської – 39,5 %. У гірчиці чорної максимальна олійність (31,1 %) сформувалася в умовах найбільш посушливого 2020 року.

Список використаних джерел до розділу 4

1. Бутенко С. О., Цзя Пей Пей. Вплив регуляторів росту рослин на якість насіння гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 124. С. 10-18. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.2>.
2. Вишневський В. С. Вплив удобрення та біостимулятора Флорене на формування продуктивності гірчиці : збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2014. Вип. 1–2, С. 92–97.
3. Вовченко Ю. В., Фурсова Г. К. Хімічний склад насіння та вегетативної маси гірчиці залежно від погодних умов періоду вегетації *Селекція і насінництво : Міжвід. темат. наук. зб. Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН*. Харків. 2008. Вип. 95. С. 273–282.
4. Воронов С. А., Дончак В. А., Когут А. М. Органічна хімія. Львівська політехніка, 2021. 488 с.
5. Гаврисяк В. К. Применение омега-3 полиненасыщенных жирных кислот в медицине. *Укр. пульмон. журнал*. 2001. № 3. С. 5–10.
6. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Коваленко О. А., Гирля Л. М. Урожайність гірчиці залежно від погодних умов та норми висіву на чорноземах південних. *Таврійський науковий вісник*. Херсон : Айлант, 2014. Вип. 88. С. 50–56.
7. Державний Реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні. Міністерство аграрної політики України, Державна служба з охорони прав на сорти рослин (Витяг станом на 13.04.2022 року). Видання офіційне. Київ, 2022. С. 223.
8. ДСТУ 1052:2005. Гірчиця харчова. Загальні технічні умови. [Чинний від 2006-07-01]. Київ, 2006. 16 с. (Інформація та документація).
9. Женченко К. Гірчиця сарептська має лідувати в п'ятипільних зернопросапних сівозмінах. *Зерно і хліб*. 2013. №3. С. 53–54.

10. Жердецька С. В., Данільченко С. О. Сучасний сортовий асортимент гірчиці сарептської : матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (Суми, 20–24 квітня). Суми, 2016. С. 312.

11. Жернова Н. П. Удосконалення прийомів технології вирощування гірчиці білої в умовах південного Степу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09. Херсон, 2011. 16 с.

12. Жуйков О. Г., Логвіновський А. Я., Тарасов К. В. Кількісно-якісні показники ефективності застосування позакореневого підживлення олійних культур родини Капустяні в агрофітоценозах півдня України. *Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр.* Херсон : Грін Д.С., 2011. Вип. 77. С. 50–54.

13. Жуйков Г. Є., Жуйков О. Г. Роль гірчиці та продуктів її переробки у формуванні продуктового сегменту АПК України. *Бізнес-навігатор : науково-виробничий журнал.* МУБіП. Херсон, 2013. Вип. 1 (30). С. 141–147.

14. Жуйков О. Г. Гірчиця в Південному степу: агроекологічні аспекти і технології вирощування : наукова монографія ДВНЗ «Херсонський держ. аграр. ун-т». Херсон : Грін Д. С., 2014. 416 с.

15. Журавель В. М., Лях В. О. Мутантна селекція гірчиці сизої та білої. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН.* 2014, № 20. С. 56–61.

16. Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії : ДСТУ 4117:2007. [Чинний від 09.08.2007]. Київ : Держстандарт України, 2007. 7 с. (Національний стандарт України).

17. Козіна Т. В. Показники якості насіння гірчиці білої залежно від строків сівби, норм висіву та обробки посівів регулятором росту «Вермибіомаг». *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету.* 2015. № 1. С. 168–174.

18. Ластухін Ю. О. Харчові добавки. Будова, одержання, властивості. Центр Європи, 2009. 836 с.
19. Мазур В. О., Проців П. Б., Гамалій С. М., Попович Ю. В. Гірчиця. Івано-Франківськ : Симфонія-форте, 2009. 88 с.
20. Мельник А. В., Жердецька С. В. Вплив доз мінеральних добрив на врожайність гірчиці ярої сизої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України*. Київ, 2017. № 269. С. 177–185.
21. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості : ДСТУ 4138–2002. [Чинний від 01.01.2004]. Київ : Держстандарт України, 2003. 173 с. (Національний стандарт України).
22. Оксимець О. Л. Продуктивність гірчиці білої залежно від технологічних прийомів вирощування в Лісостепу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09. К. : ННЦ «Інститут землеробства УААН, 2007. 12 с.
23. Поляков О. І., Вахненко С. В., Вендель В. В. Вплив застосування мінеральних добрив на формування врожайності та виходу жиру гірчиці ярої за різних норм висіву : *збірник тез міжнародної наукової інтернет-конференції (1 листопада 2016 р.)*. Запоріжжя : ШЦЛ НААН, 2016. С. 112–114.
24. Поляков О., Журавель В. Перспективи вирощування гірчиці. *Пропозиція*. 2009. № 2. С. 54–56.
25. Чехов А. В., Жернова Н. П. Технологічні аспекти вирощування гірчиці білої в умовах південного Степу України. *Науково-техн. бюл. ІОК УААН*. Запоріжжя, 2009. Вип. 14. С. 156–200.
26. Biological and Bioorganic Chemistry /B. S. Zimenkovsky, V. A. Muzychenko, I. V. Nizhenkovska, G. O. Syrova. - 3rd edition. 2020. 288 p.
27. Butenko Sergey, Melnyk Andrii, Melnyk Tetiana, Jia Peipei, Kolosok Volodymyr. Influence of Growth Regulators with Anti–Stress Activity on

Productivity Parameters of *Sinapis alba* L. *Journal of Ecological Engineering* 2022, 23(9), 128–135. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/151780>.

28. Din J., Khan S., Ali I., Gurmani A. Physiological and agronomic response of canola varieties to drought stress. *J Anim Plant Sci.* 2011. 21. P. 78–82.

29. Jia P., Melnyk A., Zhang Z., Butenko S., Kolosok V. Effects of seed pre-treatment with plant growth compound regulators on seedling growth under drought stress. *Agraarteadus.* 2021. 32(2). P. 251–256. DOI: <https://doi.org/10.15159/jas.21.35>.

30. Li Y. Cultivation techniques of mustard in autumn and winter. *Fujian Agricultural Science and Technology.* 2015. P. 41-42.

31. *The Chemistry Book.* Dorling Kindersley. 2022. 336 p.

РОЗДІЛ 5

ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД НАСІННЯ ГІРЧИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДОВИХ ТА СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ

Насіння гірчиці містить 16,5–38,5 % олії (жиру) і приблизно 0,2–1,0 % ефірної олії, синальбін (близько 2,5 %), білки, мінеральні речовини (до 10 %), фермент мірозин. До складу олії входять глікозид синальбін, слиз, жирні кислоти [4, 5]. Олія являє собою рідину темно-жовтого кольору з приємним запахом і характерним своєрідним гіркуватим смаком [14, 16].

За сучасних умов зростання зацікавленості до здорового харчування все більше переконує людство в необхідності використання не тільки високоенергетичних продуктів, а й з певним складом жирних кислот та вітамінів [7, 17].

Гірчична олія складається в основному з ненасичених жирних кислот. Головною властивістю ненасичених кислот є низька температура плавлення і висока здатність вступати в реакції [11, 12]. Поліненасичені жирні кислоти мають високу біологічну цінність. Організм людини не здатний їх синтезувати, тому їх називають незамінними (есенціальними) жирними кислотами [9, 17]. В олії гірчиці основними есенціальними кислотами є: лінолева кислота ($C_{18}H_{32}O_2$), що належить до групи Омега – 6, та ліноленова кислота ($C_{18}H_{30}O_2$), аналогічна за своєю дією на організм людини до поліненасичених кислот Омега - 3, що містяться в риб'ячому жиру та лляній олії [3, 15]. Домінуючою ненасиченою жирною кислотою є олеїнова ($C_{18}H_{34}O_2$), яка належить до групи Омега – 9. Також до складу гірчичної олії входять ерукова ($C_{22}H_{42}O_2$) та ейкозенова ($C_{18}H_{34}O_2$) кислоти. Головними представниками насичених жирних кислот є стеаринова ($C_{18}H_{36}O_2$) та пальмітинова ($C_{16}H_{32}O_2$).

Порівняно з іншими рослинними оліями вона має найнижчий кислотний показник і довше за інші зберігає свої якості; містить значну кількість біологічно активних речовин. Особливим є те, що до її складу

входять всі жиророзчинні вітаміни – А, В6, РР, Д, Є, К та Р [6]. Роль окремих жирних кислот у харчуванні людини вивчена недостатньо, але добре відомо, що ерукова кислота негативно діє на організм людини, викликаючи різні патологічні зміни, призводить до помутніння олії при зберіганні та ускладнює технологію виробництва маргарину [13]. Олеїнова кислота підвищує стійкість олії до окислення, а ліноленова, хоч і є небажаною, бо, навпаки, знижує її стійкість і надає в процесі зберігання неприємного смаку і запаху, у незначній кількості необхідна людині [8]. На думку закордонних і вітчизняних фахівців, жирнокислотний склад олії гірчиці повинен містити не менше 80 % олеїнової та лінолевої кислот, не більше 4 % ліноленової і від 5 до 15 % – пальмітинової та стеаринової, ерукова та ейкозенова кислоти не повинні входити до складу високоякісної харчової олії. Особлива увага приділяється створенню низькоерукових (до 5 %) та безерукових (до 2 %) сортів гірчиці шляхом застосування різних методів селекції – мутагенезу, добору, гібридизації [1, 10].

Олеїнова кислота є бажаною в насінні будь-яких олійних культур, зокрема й гірчиці. За результатами наших біохімічних аналізів виявлено видові особливості за цим параметром (табл. 5.1). Найбільшим вмістом характеризувалось насіння гірчиці чорної. У середньому по групі сортів Софія та Вікторія сформувалося 48,7 % олеїнової кислоти (табл. 5.1). Менші частки припадали на олеїнову кислоту у видів гірчиці білої (41,1 %). У гірчиці сарептської ярі форми у середньому містили 38,6 %, а озимий сорт Романтика 42,2 % олеїнової кислоти.

Відмічено особливості варіювання вмісту олеїнової кислоти в різних видів за роками. Так, максимальний вміст був у гірчиці білої (45,2 %) та гірчиці сарептської (45,8 %) за умов 2022 року, у гірчиці чорної (53,0 %) за умов 2021 року. Більш детальний аналіз у розрізі видів наведено на рис. 5.1. Порівняння проведено з середнім по досліді значенням – 41,1 %.

Таблиця 5.1

**Вміст олеїнової кислоти в насінні гірчиці залежно від видових та сортових особливостей в умовах Лівобережного Лісостепу України, %
(2020–2022 рр.)**

Вид гірчиці	Сорт	Рік			
		2020	2021	2022	Середнє
Гірчиця біла (яра) (<i>Sinapis alba</i>)	Біла принцеса	34,1	41,9	44,9	40,3
	Еталон	39,2	43,1	41,9	41,4
	Запоріжанка	34,1	41,9	44,9	40,3
	Ослава	33,8	41,4	45,8	40,3
	Підпечерецька	34,1	42,9	44,9	40,6
	Талісман	34,9	47,6	48,5	43,7
	Середнє по виду	35,0	43,1	45,2	41,1
Гірчиця сарептська (яра) (<i>Brassica juncea Czern</i>)	Деметра	39,7	36,7	46,5	41,0
	Мрія	31,5	40,1	37,2	36,3
	Пріма	36,8	40,6	42,8	40,1
	Ретро	38,9	39,4	48,6	42,3
	Роксолана	30,9	34,1	42,2	35,7
	Росава	41,0	37,9	42,2	40,4
	Феліція	38,8	37,7	44,1	40,2
	Чорнява	28,7	32,6	37,9	33,1
	Середнє по виду	35,8	37,4	42,7	38,6
Гірчиця сарептська (озима) (<i>Brassica juncea Czern</i>)	Романтика	38,4	42,5	45,8	42,2
Гірчиця чорна (яра) (<i>Brassica nigra Koch.</i>)	Софія	36,0	37,9	43,0	39,0
	Вікторія	43,5	55,0	51,8	50,1
	Середнє по виду	41,8	51,0	49,2	47,3
НІР _{0,05}				4,78	

Найбільший відсоток олеїнової кислоти було накопичено в сорту Софія (50,1 %), що на 9,0 % більше за середнє значення. Далі у міру зменшення прибавки наводимо сорти: Вікторія (6,2 %), Талісман (2,6 %), Ретро (1,2 %) та Романтика (1,1 %). Недобір олеїнової кислоти було розраховано у сортів: Мрія (-4,8 %), Роксолана (-5,4 %) та Чорнява (-8,0 %). Незначне відхилення в межах одного відсотка було отримано в сортів Біла принцеса, Еталон, Запоріжанка, Ослава, Підпечерецька, Деметра, Пріма, Росава та Феліція.

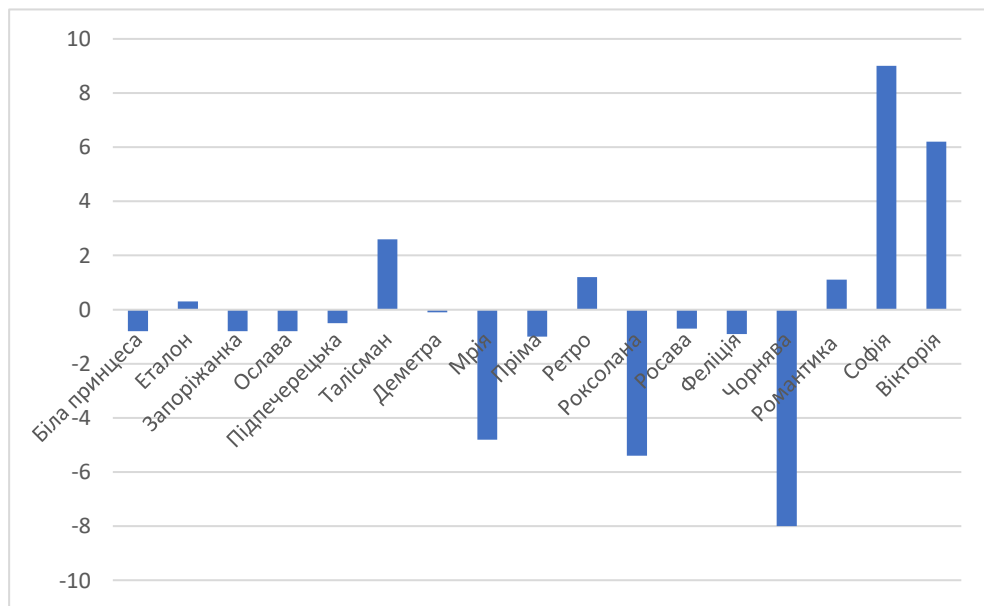


Рис. 5.1. Відхилення за вмістом олеїнової кислоти в насінні досліджуваних сортів гірчиці, % (у середньому за 2020–2022 рр.)

Відомо, що ліноленова кислота знижує її стійкість до зберігання та надає неприємного смаку, але в невеликих кількостях необхідна людині [7–9, 13, 14]. За результатами досліджень на SupNir 2750 було виявлено, що серед представлених у досліді видів найбільший вміст ліноленової кислоти було накопичено в насінні ярих форм гірчиці сизої (21,4 %), у озимого сорту Романтика – 16,8 %. Наступним за цим параметром видом були сорти гірчиці чорної – 15,8 % (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

**Вміст лінолевої кислоти в насінні гірчиці залежно від видових та
сортових особливостей в умовах Лівобережного Лісостепу України, %
(2020–2022 рр.)**

Вид гірчиці	Сорт	Рік			
		2020	2021	2022	Середнє
Гірчиця біла (яра) (<i>Sinapis alba</i>)	Біла принцеса	13,9	14,4	14,3	14,2
	Еталон	13,9	15,0	16,0	15,0
	Запоріжанка	15,7	14,8	15,8	15,4
	Ослава	13,7	14,4	14,5	14,2
	Підпечерецька	15,0	14,3	16,0	15,1
	Талісман	14,9	15,1	16,2	15,4
	Середнє по виду	14,5	14,7	15,5	14,9
Гірчиця сарептська (яра) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Деметра	14,6	22,0	25,1	20,6
	Мрія	21,1	15,1	23,9	20,0
	Пріма	22,9	23,8	22,5	23,1
	Ретро	21,1	15,1	23,9	20,0
	Роксолана	18,2	23,2	34,1	25,2
	Росава	14,4	22,5	23,7	20,2
	Феліція	23,0	23,3	22,8	23,0
	Чорнява	16,6	18,9	21,2	18,9
	Середнє по виду	19,0	20,5	24,7	21,4
Гірчиця сарептська (озима) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Романтика	15,1	17,5	17,9	16,8
Гірчиця чорна (яра) (<i>Brassica nigra</i> Koch.)	Софія	17,0	16,2	16,4	16,5
	Вікторія	14,0	15,2	15,9	15,0
	Середнє по виду	15,5	15,7	16,2	15,8
НІР _{0,05}				4,67	

Мінімальний вміст лінолевої кислоти накопичено в насінні гірчиці білої (14,9 %). У розрізі років слід відзначити, що однаково вищі рівні лінолевої кислоти було накопичено за вологих умов 2022 року. Посушливі умови 2020 та 2021 років обумовили менший вміст лінолевої кислоти. Розрахований недобір цієї жирної кислоти: для гірчиці білої 0,8–1,0 %; гірчиці сарептської 4,2–5,7 %; гірчиці чорної 0,5–0,7 %.

Для більш наочного подання даних розраховані нами відношення вмісту лінолевої кислоти до середнього по досліді значення наведені у вигляді діаграми. Так, за середнього значення 18,0 % позитивно відрізнялись сорти: Ретро (2,0 %), Росава (2,2 %), Деметра (2,6 %), Феліція (5,0 %), Пріма (5,1%), Роксолана (7,2 %). Порівняно з середнім недобір лінолевої кислоти було виявлено в сортів Романтика (-1,2 %), Софія (-1,5 %), Талісман та Запоріжанка (-2,6 %), Підпечерецька (-2,9 %), Ослава та Біла принцеса (-3,8 %).

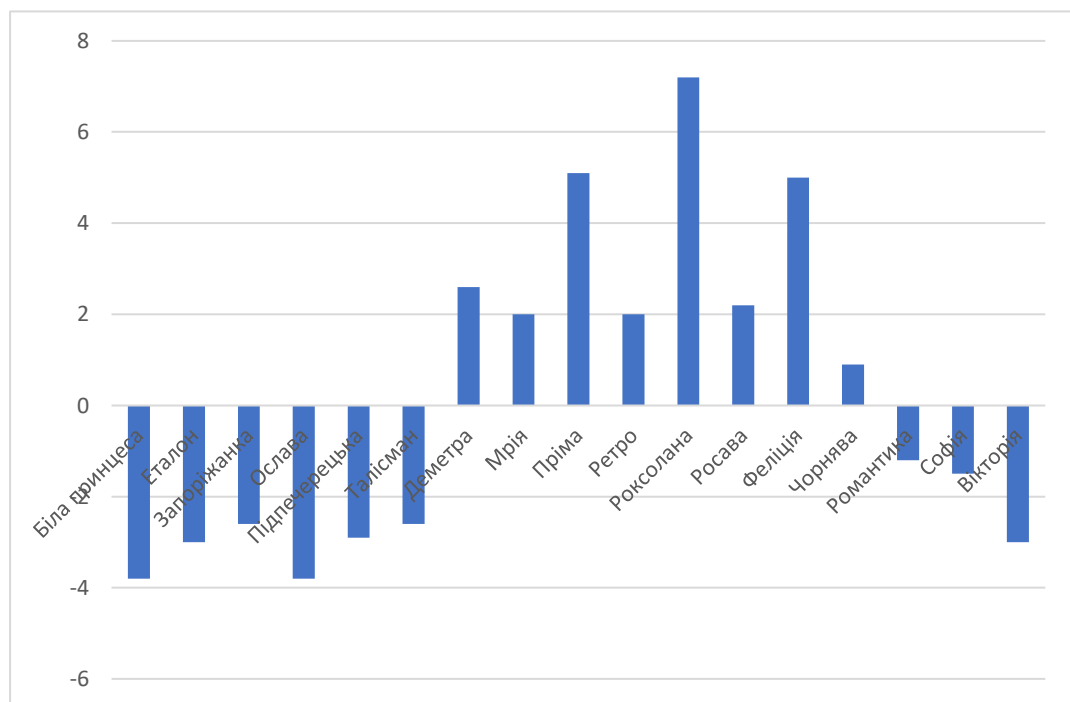
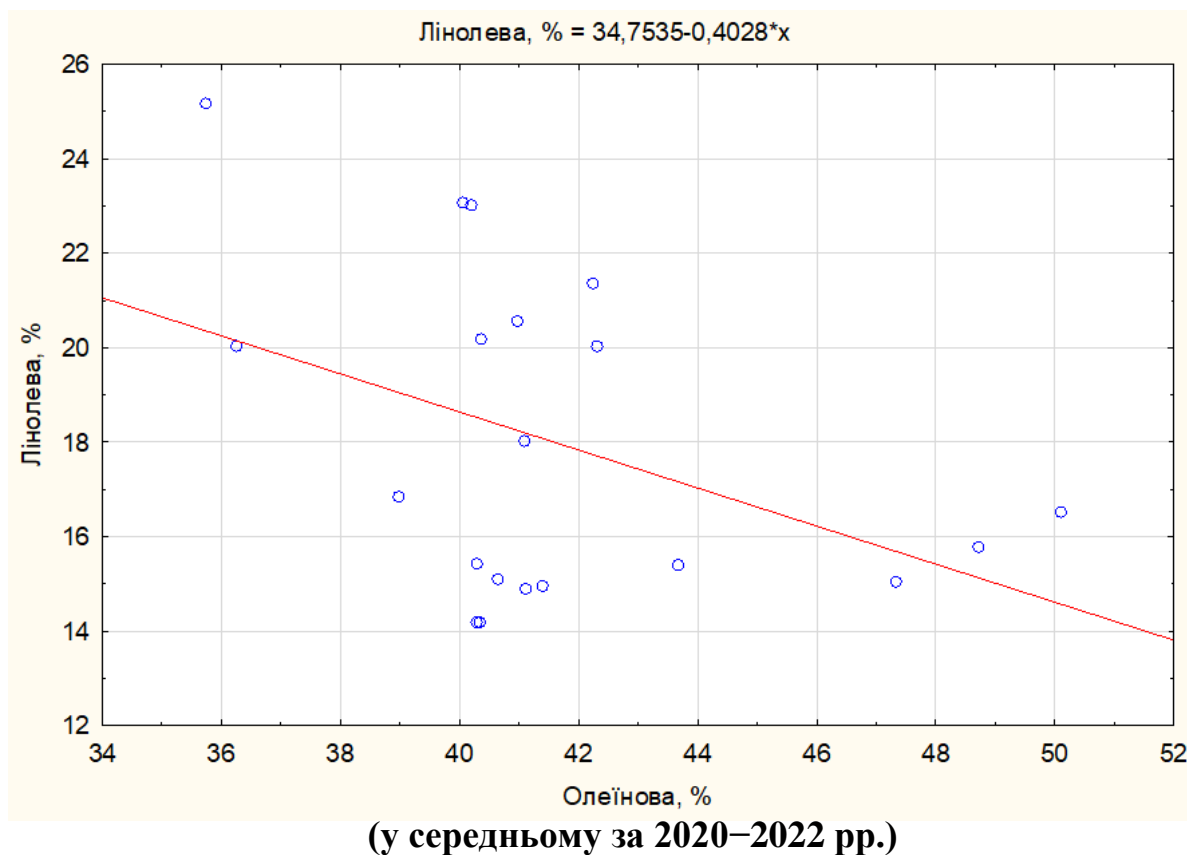


Рис. 5.2. Відхилення за вмістом лінолевої кислоти в насінні досліджуваних сортів гірчиці, % (у середньому за 2020–2022 рр.)

Слід відзначити, що за вмістом лінолевої кислоти наявна протилежна тенденція порівняно із вмістом олеїнової кислоти. Так, сорти, багаті за вміст

олеїнової кислоти, мали недобір лінолевої кислоти і навпаки. Статично це підтверджено проведеним нами регресійним аналізом (рис. 5.3).



Щодо вмісту ліноленої кислоти було виявлено істотне варіювання залежно від видових та сортових особливостей. Так, суттєво більші рівні ліноленої кислоти були накопичені в насінні ярих сортів гірчиці сарептської – 12,0 %. Особливо сприятливими були умови вологого 2022 року (13,2 %). У той самий час у озимого сорту Романтика варіювання було на рівні 6,2–6,9 %. Істотно менший середній вміст ліноленої кислоти визначили в насінні гірчиці білої (7,1 %) та гірчиці чорної (8,1 %). Для всіх видів найбільш сприятливим для накопичення цієї жирної кислоти був 2022 рік.

Таблиця 5.3

**Вміст ліноленої кислоти в насінні гірчиці залежно від видових та сортових особливостей в умовах Лівобережного Лісостепу України, %
(2020–2022 рр.)**

Вид гірчиці	Сорт	Рік			
		2020	2021	2022	Середнє
Гірчиця біла (яра) (<i>Sinapis alba</i>)	Біла принцеса	7,2	5,9	6,5	6,5
	Еталон	6,5	6,9	8,2	7,2
	Запоріжанка	8,4	7,1	7,8	7,8
	Ослава	7,1	6,4	6,4	6,6
	Підпечерецька	7,4	6,3	8,6	7,4
	Талісман	7,5	6,8	7,3	7,2
	Середнє по виду	7,3	6,6	7,5	7,1
Гірчиця сарептська (яра) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Деметра	7,0	11,5	14,3	10,9
	Мрія	12,3	12,0	14,1	12,8
	Пріма	12,9	12,8	11,7	12,4
	Ретро	12,7	12,1	14,6	13,1
	Роксолана	11,0	12,3	13,4	12,2
	Росава	6,7	12,1	13,5	11,4
	Феліція	12,7	12,7	11,2	12,2
	Чорнява	8,5	11,1	12,4	10,7
	Середнє по виду	10,5	12,1	13,2	12,0
Гірчиця сарептська (озима) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Романтика	6,2	6,4	6,9	6,5
Гірчиця чорна (яра) (<i>Brassica nigra</i> Koch.)	Софія	9,0	8,4	8,5	8,6
	Вікторія	7,1	6,8	8,3	7,5
	Середнє по виду	8,1	7,6	8,4	8,1
НІР _{0,05}				2,34	

Аналіз вмісту ліноленової кислоти в розрізі досліджуваних сортів наведено на рис. 5.4. Графік відображає відношення значення кожного сорту до середнього по досліді (9,4 %). Найбільший відсоток ліноленової кислоти виявили у сортів Ретро (13,1 %), що на 3,7 % більше за середнє значення. Далі у міру зменшення прибавки сорти сарептської гірчиці розташувались так: Мрія (3,4 %), Прима (3,0 %), Роксолана та Феліція (2,8 %), Росава (2,0 %), Деметра (1,5 %) та Чорнява (1,3 %). Менший вміст ліноленової кислоти було розраховано у сортів: Запоріжанка (-1,6 %), Еталон та Талісман (-2,2 %), Ослава (-2,8 %), Біла принцеса та Романтика (-2,9 %). У сорту Софія відхилення було отримано в межах одного відсотка.

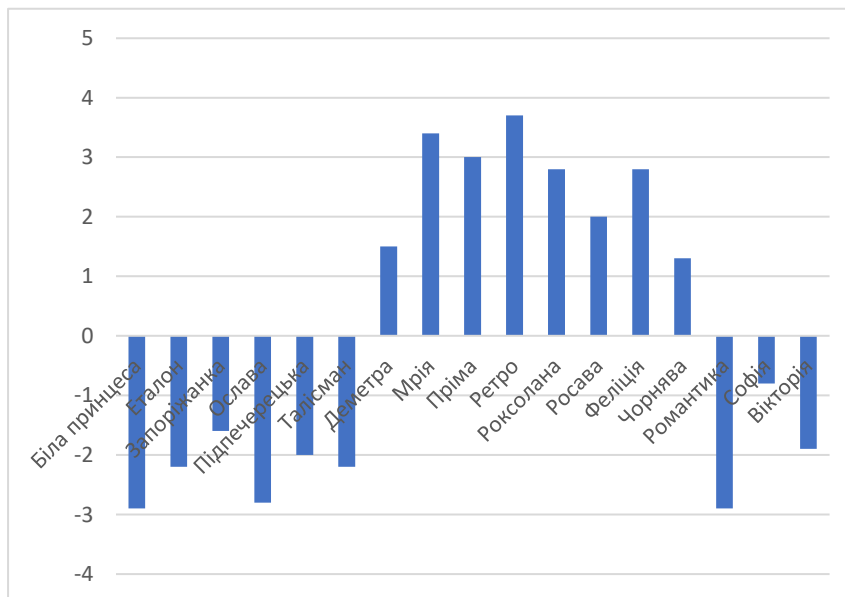


Рис. 5.4. Відхилення за вмістом ліноленової кислоти в насінні досліджуваних сортів гірчиці, % (у середньому за 2020–2022 рр.)

Дещо менший вміст мають насичені жирні кислоти пальмітинова та стеаринова. Визначено, що серед досліджуваних видів найбільший вміст пальмітинової кислоти було накопичено в насінні гірчиці чорної (4,1 %) (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Вміст пальмітинової та стеаринової кислот у насінні гірчиці залежно від видових та сортових особливостей в умовах Лівобережного Лісостепу України, % (у середньому за 2020–2022 рр.)

Вид гірчиці	Сорт	Жирні кислоти	
		пальмітинова	стеаринова
Гірчиця біла (яра) (<i>Sinapis alba</i>)	Біла принцеса	3,9	1,7
	Еталон	3,8	1,5
	Запоріжанка	3,7	1,5
	Ослава	3,9	1,6
	Підпечерецька	3,7	1,5
	Талісман	3,8	1,5
	Середнє по виду	3,8	1,6
Гірчиця сарептська (яра) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Деметра	3,6	1,2
	Мрія	3,6	1,1
	Пріма	3,7	1,1
	Ретро	3,7	1,0
	Роксолана	3,2	0,9
	Росава	3,6	1,2
	Феліція	3,7	1,1
	Чорнява	3,6	1,1
	Середнє по виду	3,6	1,1
Гірчиця сарептська (озима) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Романтика	4,0	1,6
Гірчиця чорна (яра) (<i>Brassica nigra</i> Koch.)	Софія	4,1	1,8
	Вікторія	4,1	1,7
	Середнє по виду	4,1	1,8
НІР _{0,05}		0,41	0,36

Дещо менші середні значення пальмітинової кислоти були в насінні гірчиці білої (3,8 %) та гірчиці ярої сарептської (3,6 %). У насінні озимої форми сорт Романтика накопичував близько 4,0 % пальмітинової кислоти з

варіюванням за роками від 3,61 до 4,7 %. Наступна насичена жирна кислота, яка входить до складу гліцеридів гірчичної олії, це – стеаринова. Вміст цієї кислоти мінімальний порівняно з іншими жирними кислотами. У середньому серед досліджуваних видів було виявлено: у сортів гірчиці ярої сарептської – 1,1 %; гірчиці білої та гірчиці озимої сарептської – 1,6 %; гірчиці чорної 1,8 %.

Відомо, що вміст ерукової кислоти в рослинній олії є небажаним. Проведені дослідження підтвердили, що ерукова кислота викликає патологічні зміни в м'язах, нирках, печінці, серці та органах дихання. Також ця кислота сприяє розвитку атеросклерозу та накопиченню холестерину, збільшує ймовірність тромбозу судин [17]. Є результати досліджень, які підтверджують, що ерукова кислота призводить до депресії та навіть до стерильності тварин [9].

Зважаючи на це, сучасна секційна робота спрямована на створення сортів із низьким вмістом ерукової кислоти. Сорти з низьким вмістом ерукової кислоти називають однонульовими «0». Наступним кроком у доборі були зразки, які поряд із низьким вмістом ерукової кислоти характеризувались незначною кількістю глюкозинолатів, так звані двонульові «00» [10].

За результатами наших досліджень виявлено, що максимальним вмістом характеризувались сорти гірчиці сарептської. У середньому був розрахований показник на рівні 0,7 %, із незначним варіюванням за роками 0,66–0,74 %. Менший середній вміст цієї кислоти було отримано у сортів гірчиці білої (0,49 %) та гірчиці чорної (0,39 %). У насінні озимого сорту Романтика виявили 0,44 % ерукової кислоти. Аналіз впливу погодних умов показав, що для всіх видів гірчиці найбільший вміст було визначено за умов 2020 року. Зокрема: гірчиця біла – 0,52 %; гірчиця сарептська – 0,74 %; гірчиця чорна 0,48 %.

Таблиця 5.5

**Вміст ерукової кислоти в насінні гірчиці залежно від видових та
сортових особливостей в умовах Лівобережного Лісостепу України, %
(2020–2022 рр.)**

Вид гірчиці	Сорт	Рік			
		2020	2021	2022	Середнє
Гірчиця біла (яра) (<i>Sinapis alba</i>)	Біла принцеса	0,50	0,77	0,38	0,55
	Еталон	0,44	0,40	0,50	0,45
	Запоріжанка	0,59	0,42	0,44	0,48
	Ослава	0,53	0,77	0,35	0,55
	Підпечерецька	0,53	0,38	0,57	0,49
	Талісман	0,55	0,38	0,37	0,43
	Середнє по виду	0,52	0,52	0,44	0,49
Гірчиця сарептська (яра) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Деметра	0,51	0,74	0,66	0,64
	Мрія	0,88	0,56	0,76	0,73
	Пріма	0,75	0,66	0,61	0,67
	Ретро	0,79	0,76	0,64	0,73
	Роксолана	0,93	0,74	0,74	0,80
	Росава	0,48	0,80	0,68	0,65
	Феліція	0,76	0,67	0,57	0,67
	Чорнява	0,79	0,75	0,61	0,72
	Середнє по виду	0,74	0,71	0,66	0,70
Гірчиця сарептська (озима) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Романтика	0,45	0,48	0,38	0,44
Гірчиця чорна (яра) (<i>Brassica nigra</i> Koch.)	Софія	0,53	0,32	0,31	0,39
	Вікторія	0,42	0,39	0,34	0,38
	Середнє по виду	0,48	0,36	0,33	0,39
НІР _{0,05}				0,19	

Більш детальний аналіз за вмістом ерукової кислоти для кожного сорту окремо наведений на графіку 5.5. Як уже зазначалось раніше, відмічено істотне підвищення вмісту ерукової кислоти в сортів гірчиці сарептської. З діаграми бачимо, що всі сорти мають більші показники порівняно з розрахованим середнім по досліді 0,57 %.

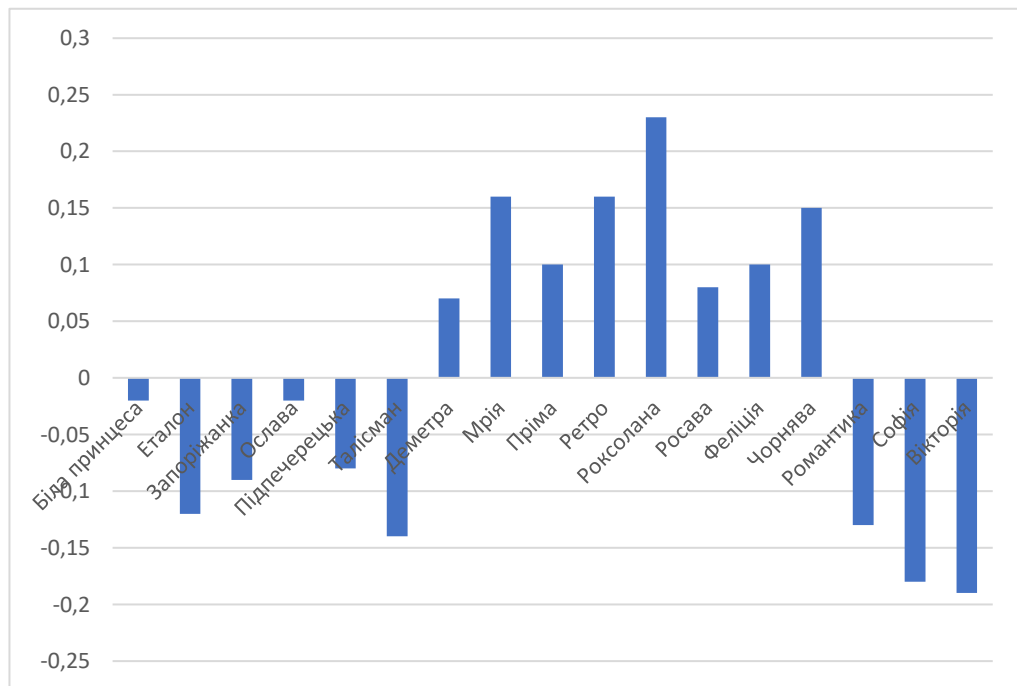


Рис. 5.5. Відхилення за вмістом ерукової кислоти в насінні досліджуваних сортів гірчиці, % (у середньому за 2020–2022 рр.)

Так, збільшення спостерігали у Деметри (0,07 %); Росави (0,8 %); Пріми та Феліції (0,1 %); Мрії та Ретро (0,16 %). Найвищим по досліді був показник у Роксолани (0,8 %), що на 0,23 % вище за середнє по досліді. Меншим за середнє значення виявилось насіння сортів гірчиці білої: Біла принцеса та Ослава (-0,02 %); Підпечерецька (-0,08 %); Запоріжанка (-0,09 %); Еталон (-0,12 %); Талісман (-0,14 %). Низькоерукове насіння сформувалось у сортів гірчиці чорної: Вікторія (0,38 %) і Софія (0,39 %) та озимого сорту Романтика (0,44 %), менші за середнє по досліді на 0,13–0,19 %.

Висновки до розділу 5

1. За результатами лабораторних аналізів насіння на Інфрачервоному аналізаторі SupNir 2750 було виявлено особливості накопичення жирних кислот у насінні досліджуваних видів та сортів гірчиці.

2. Найбільшим вмістом олеїнової кислоти характеризувалось насіння гірчиці чорної (48,7 %). Менші частки припадали на олеїнову кислоту у видів гірчиці білої (41,1 %) та сарептської (38,6 %). Озимий сорт Романтика накопичував у насінні 42,2 % олеїнової кислоти.

3. За вмістом лінолевої кислоти вищі показники отримали в насінні гірчиці сарептської (21,4 %). Істотно менший вміст лінолевої кислоти мало насіння гірчиці чорної (15,8 %) та гірчиці білої (14,9 %). Серед досліджуваних сортів максимальні значення (більше 23,0 %) були в гірчиці сарептської сортів Феліція, Пріма та Роксолана.

4. Вміст ліноленової кислоти був вищим у сортів гірчиці сарептської (12,0 %). Істотно нижчі рівні вмісту ліноленової кислоти визначили в отриманому насінні видів гірчиці білої (7,1 %) та гірчиці чорної (8,1 %). Максимальну кількість виявили в насінні сортів: Роксолана та Феліція (12,2 %), Пріма (12,4 %), Мрія (12,8 %), Ретро (13,1 %).

5. За вмістом у насінні пальмітинової кислоти виявлена така динаміка: гірчиця чорна 4,1 %; гірчиця біла 3,8 %; гірчиці яра сарептська (3,6 %), озимий сорт Романтика сформував 4,0 %.

6. Установлено, що вміст стеаринової кислоти був мінімальним і становив: у сортів гірчиці ярої сарептської – 1,1 %; гірчиці білої та гірчиці озимої сарептської – 1,6 %; гірчиці чорної 1,8 %.

7. Виявлено підвищення ерукової кислоти у сортів гірчиці сарептської (0,7 %) порівняно з середнім по досліді (0,57 %) та $HP_{0,05}$ (0,19 %). Меншими значеннями характеризувались сорти гірчиці білої, де вміст ерукової кислоти варіював від 0,43 до 0,55 %. Мінімальну кількість ерукової кислоти виявили в насінні гірчиці чорної (0,39 %).

Список використаної літератури до Розділу 5

1. Вовченко Ю. В., Фурсова Г. К. Хімічний склад насіння та вегетативної маси гірчиці залежно від погодних умов періоду вегетації. *Селекція і насінництво: Міжвід. темат. наук. зб. Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН. Харків. 2008. Вип. 95. С. 273–282.*
2. Воронов С. А., Дончак В. А., Когут А. М. Органічна хімія. Львівська політехніка, 2021. 488 с.
3. Гаврисяк В. К. Применение омега-3 полиненасыщенных жирных кислот в медицине. *Укр. пульмон. журнал. 2001. № 3. С. 5–10.*
4. Гірчиця /М. І. Абрамик та ін. Івано-Франківськ : Симфонія Форте, 2011. 32 с.
5. Гірчиця /за ред. П. І. Гадза. Івано-Франківськ, 2014. 96 с.
6. ДСТУ 1052:2005. Гірчиця харчова. Загальні технічні умови. [Чинний від 2006-07-01]. Київ, 2006. 16 с. (Інформація та документація).
7. Дуленко Л. В. Харчова хімія /Л. В. Дуленко, Ю. Л. Горняйнова, А. В. Полякова, В. Д. Милигіна, І. В. Дітріх, Д. О. Борозенко. Кондор. 2021. 248 с.
8. Зубар Н. М., Руть Ю. В., Булгакова М. К. Фізіологія харчування : навч. посіб. К.: Центр учбової літератури. 2013. 208 с.
9. Ластухін Ю. О. Харчові добавки. Будова, одержання, властивості. Центр Європи, 2009. 836 с.
10. Мельник А. В. Агробіологічні особливості вирощування соняшнику та ріпаку ярого в умовах північно-східного Лісостепу України : монографія. Суми : ВТД Університетська книга. 2007. 229 с.
11. Основи хімії та методи аналізу харчової продукції : підручник /Н. К. Черно, О. О. Антіпіна, О. В. Малинка, С. І. Вікуль. Херсон. Олді-плюс, 2019. – 360 с.
12. Склеревский А. Горчица сарептская. *Надежда планеты.* Харьков, 2001. № 4. 18 с.

13. Пешук Л. В. Носенко Т. Т. Біохімія та технологія оліє-жирової сировини : навч. посіб. К.: НУХТ. 2008. 295 с.
14. Biological and Bioorganic Chemistry /B. S. Zimenkovsky, V. A. Muzychenko, I. V. Nizhenkovska, G. O. Syrova. 3rd edition. 2020. 288 p.
15. Morlion B. J. What is the optimum w-3 to w-6 fattyacid (FA) ratio of parenteral lipid emulsions in postoperative trauma / B. J. Morlion, E. Torwesten, K. Wrenger. Clinical Nutrition. 1997. Vol. 16. P. 49.
16. The Chemistry Book. Dorling Kindersley. 2022. 336 p.
17. Velisek J., Koplik R., Cejpek K. The Chemistry of Food. Wiley. 2020. 1000 p.

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГІРЧИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДУ ТА СОРТУ

6.1. Економічна ефективність гірчиці залежно від виду та сорту

Матеріальне виробництво передбачає виготовлення сільськогосподарської продукції, що потребує оцінки технології вирощування культури з погляду економічної ефективності, адже це демонструє співвідношення результату та витрат.

Економічна ефективність визначається як одержання максимальної кількості продукції з одиниці площі за мінімальних витрат праці та коштів на одиницю виробленої продукції [1]. Іншими словами, економічно вигідне вирощування того виду чи сорту культури, який дає найвищу урожайність за найменшої собівартості. Оцінити економічну ефективність за вирощування різних видів та сортів культури можна за допомогою відповідних показників економічної ефективності на базі існуючих норм та нормативів [3].

Перевагу вирощування певного сорту чи виду культури демонструють вартісні та натуральні показники, які й використовують для визначення економічної ефективності [4, 5].

Вартісні показники: собівартість одиниці вирощеної продукції, прибуток і рентабельність виробництва. Головним натуральним показником є урожайність з одиниці площі. Прикладом залежності між вартісними та натуральними показниками є зростання рівня виручки та зниження собівартості одиниці продукції за рахунок збільшення урожайності культури з одиниці площі.

Аналізуючи ефективність вирощування культури залежно від досліджуваного фактора, потрібно звернути увагу не лише на відсоток рентабельності, а й на значення маси прибутку, оскільки саме за її допомогою можна визначити ступінь прибутковості вирощування продукції

на господарстві. Це зумовлено тим, що однаковий відсоток рентабельності можна отримати за різної маси прибутку з гектара посіву.

Економічний стан підприємства залежить не тільки від відсотка окупності витрат, а й від показника прибутку як з одиниці площі, так і загалом по господарству. Це дозволяє зробити висновок, що висока маса прибутку з гектара забезпечує збільшення шансів підприємства на надходження нових інвестицій та зміцнення зайнятих на ринку позицій [3–5].

Отримані результати розрахунку показників економічної ефективності вирощування гірчиці (додаток Д) залежно від виду та сорту свідчать про вигідність вирощування всіх варіантів дослідів. Так, залежно від виду та сорту гірчиці маса прибутку змінювалась в межах 16 162 –30 953 грн/га, а відсоток рентабельності – 55–97 %.

Основні економічні показники вирощування гірчиці білої змінювались залежно від сорту (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

**Економічна ефективність вирощування сортів гірчиці білої
(середнє за 2020–2022 рр.)**

Сорт	Економічні показники			
	Урожайність, т/га	Собівартість, грн/т	Прибуток, грн/га	Рентабе- льність, %
Біла принцеса	1,85	16 572,9	26 690	87
Еталон	1,61	18 725,8	19 761	66
Запоріжанка	1,68	18 034,3	21 782	72
Ослава	1,75	17 398,2	23 803	78
Підпечерецька	1,59	18 934,5	19 184	64
Талісман	1,65	18 323,5	20 916	69

Проаналізувавши показники економічної ефективності вирощування гірчиці білої, можна зробити висновок, що вирощування всіх сортів є прибутковим та вигідним. Максимальний рівень прибутку (26 690 грн/га) та рентабельності (87 %) було отримано за вирощування гірчиці білої сорту Біла

принцеса. Мінімальний прибуток (19 184 грн/га) та рівень рентабельності (64 %) було отримано за вирощування гірчиці білої сорту Підпечерецька. Розраховані показники економічної ефективності за вирощування сортів гірчиці сизої свідчать про економічну вигідність, оскільки показники рентабельності знаходилися в межах 55–97 %, а маса прибутку – 16 162–30 953 грн/га (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

**Економічна ефективність вирощування сортів гірчиці сизої
(середнє за 2020–2022 рр.)**

Сорт	Економічні показники			
	Урожайність, т/га	Собівартість, грн/т	Прибуток, грн/га	Рентабе- льність, %
Деметра	1,58	18 946,0	25 365	85
Мрія	1,61	18 632,6	26 351	88
Пріма	1,66	18 135,6	27 995	93
Ретро	1,62	18 530,8	26 680	89
Роксолана	1,40	21 108,0	19 449	66
Росава	1,38	21 383,0	18 791	64
Феліція	1,67	18 039,7	28 324	94
Чорнява	1,30	22 567,8	16 162	55
Романтика (озима)	1,75	17 731,0	30 953	97

Отримані результати розрахунків економічної ефективності свідчать, що найприбутковішим та найвигіднішим є вирощування гірчиці сизої сорту Романтика, оскільки маса прибутку становила 30 953 грн/га, а рентабельність – 97 %. Це спричинено тим, що саме сорт Романтика дав максимальний показник урожайності, чим знизив собівартість одиниці продукції та, як наслідок, збільшив прибуток та рентабельність.

Найменш прибутковим виявилось вирощування гірчиці сизої сорту Чорнява. Так, маса прибутку для цього варіанта становила 16 162 грн/га, а рентабельність лише 55 %.

Аналіз економічної ефективності вирощування гірчиці чорної свідчить про те, що всі сорти економічно вигідні, оскільки рентабельність становила 85 % і 71 % відповідно (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

**Економічна ефективність вирощування сортів гірчиці чорної
(середнє за 2020–2022 рр.)**

Сорт	Економічні показники			
	Урожайність, т/га	Собівартість, грн/т	Прибуток, грн/га	Рентабе- льність, %
Софія	1,45	20 557,0	25 292	85
Вікторія	1,33	22 219,6	20 988	71

Максимальні рівні рентабельності 85 % і прибутку 25 292 грн/га було отримано за вирощування гірчиці чорної сорту Софія. Саме цей сорт продемонстрував максимальну врожайність, чим зумовив зниження собівартості й зростання прибутку та рентабельності.

Вирощування гірчиці чорної сорту Вікторія забезпечило нижчі результати. Прибуток становив 20 988 грн/га, а рентабельність – 71 %.

Отже, загалом можна зробити висновок, що вирощування гірчиці залежно від виду та сорту з економічного погляду є вигідним. До того ж найприбутковішим виявилось вирощування гірчиці сизої озимого сорту Романтика, оскільки він забезпечив не лише найвищий рівень рентабельності, а й максимальну масу прибутку по досліді.

6.2. Енергетична ефективність вирощування гірчиці залежно від виду та сорту

Енергетичний аналіз вирощування гірчиці залежно від виду та сорту дозволяє оцінити витрати непоновлюваної енергії при виробництві продукції і кількість енергії, отриманої з урожаєм. Це дозволяє обґрунтувати рекомендації для виробництва щодо енергетичної ефективності. Здебільшого її оцінка здійснюється в двох аспектах: якісному (висока – низька) та кількісному (кількість використаної та отриманої енергії на одиницю площі) [4].

Для цілісного розуміння енергетичної ефективності сільськогосподарського виробництва потрібно розрахувати коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}). Визначити його можна відношенням кількості енергії, отриманої з урожаєм, до суми витраченої енергії за вирощування продукції рослинництва з одиниці площі. За коефіцієнта енергетичної ефективності більше одиниці вважають, що технологія вирощування гірчиці є енергоощадною [5].

Загальний розрахунок енергетичної ефективності вирощування гірчиці залежно від виду та сорту наведено в додатку Д.2.

Для детального аналізу енергетичної ефективності вирощування гірчиці білої на рис. 6.1 зображені рівні K_{ee} , розраховані для кожного з сортів.

Як бачимо з рис. 6.1, вирощування всіх, без винятку, сортів є енергоефективним, тому що значення коефіцієнта енергетичної ефективності більше одиниці. Максимальне значення $K_{ee} = 2,65$ було отримано для сорту Біла принцеса. Варто відмітити, що витрати енергії становили 11 506 мДж, що найбільше за вирощування гірчиці білої, але вихід енергії з урожаєм теж максимальний – 30 433 мДж, тож у перерахунку витрат на одиницю продукції вони становлять 622 мДж/ц. Це зумовлено тим, що сорт Біла принцеса забезпечив високу урожайність.

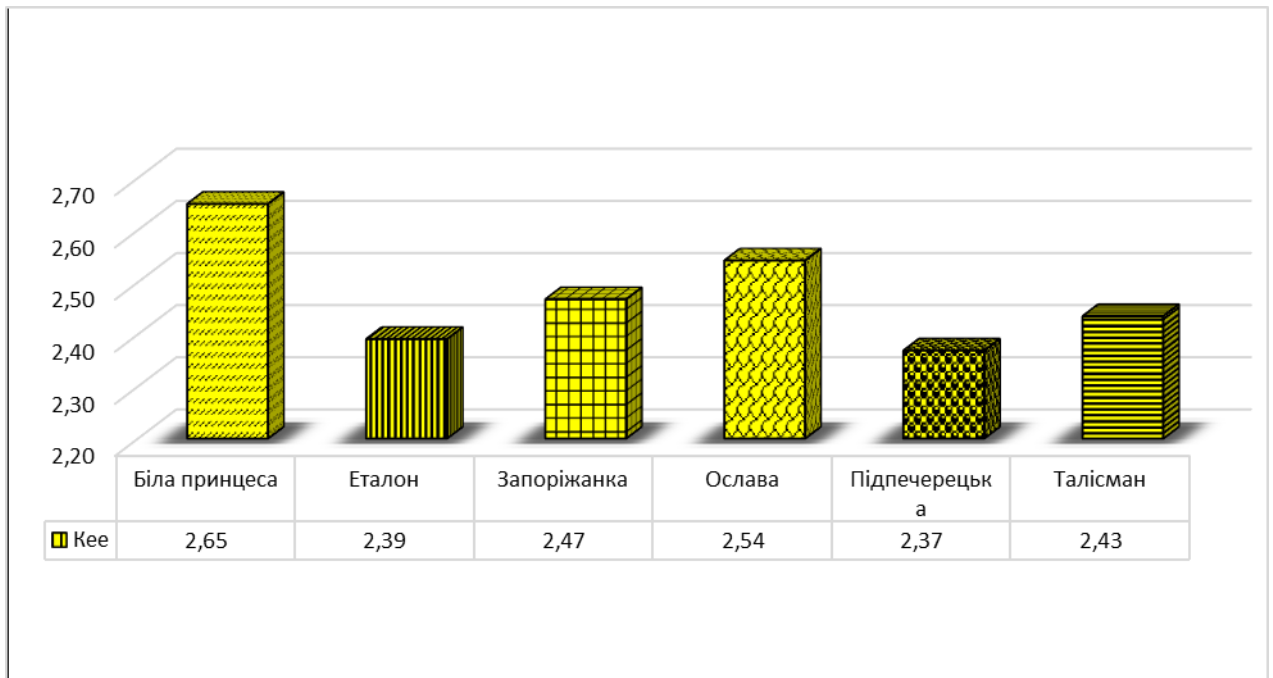


Рис. 6.1. Енергетична оцінка ефективності вирощування гірчиці білої залежно від сорту (середнє за 2020–2022 рр.)

Мінімальний $K_{ee} = 2,37$ було зафіксовано для сорту Підпечерецька, за загальних витрат – 11 042 мДж та виходу енергії з урожаєм – 26 156 мДж, що за низької врожайності підвищило енергетичну собівартість одиниці продукції до 694 мДж/ц.

Оцінка енергетичної ефективності за вирощування гірчиці сизої залежно від сорту показана на рис. 6.2.

За вирощування гірчиці сизої залежно від сорту найвищий показник енергетичної ефективності було розраховано для сорту Романтика (озима гірчиця) $K_{ee} = 2,55$. Саме цей сорт отримав максимальний показник виходу енергії з урожаєм – 28 788 мДж, чим знизив показник витрат на одиницю виробленої продукції до 644 мДж/ц, що найнижче за вирощування гірчиці сизої. Мінімальний K_{ee} становив 2,04 за вирощування гірчиці сизої сорту Чорнява. Для цього сорту було отримано 21 385 мДж енергії з урожаєм за загальних витрат енергії 10 469 мДж.

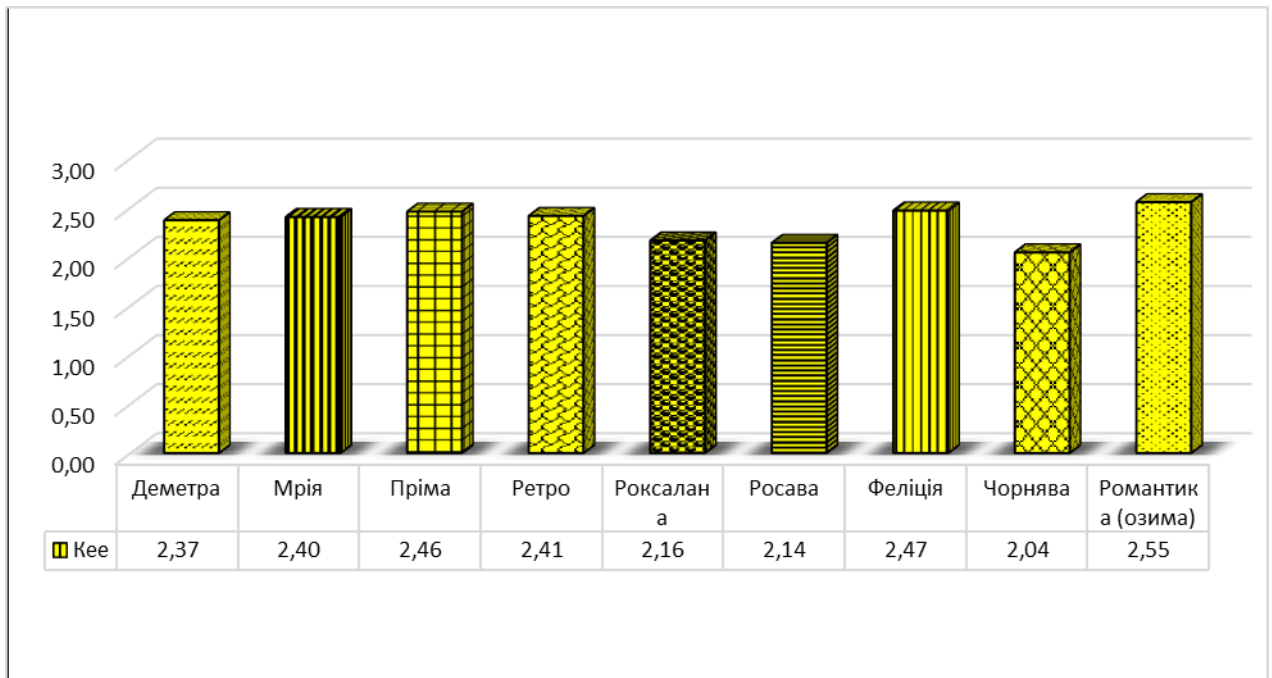


Рис. 6.2. Енергетична оцінка ефективності вирощування гірчиці сизої залежно від сорту (середнє за 2020–2022 рр.)

Аналіз енергетичної ефективності вирощування гірчиці чорної залежно від сорту показано на рис. 6.3.

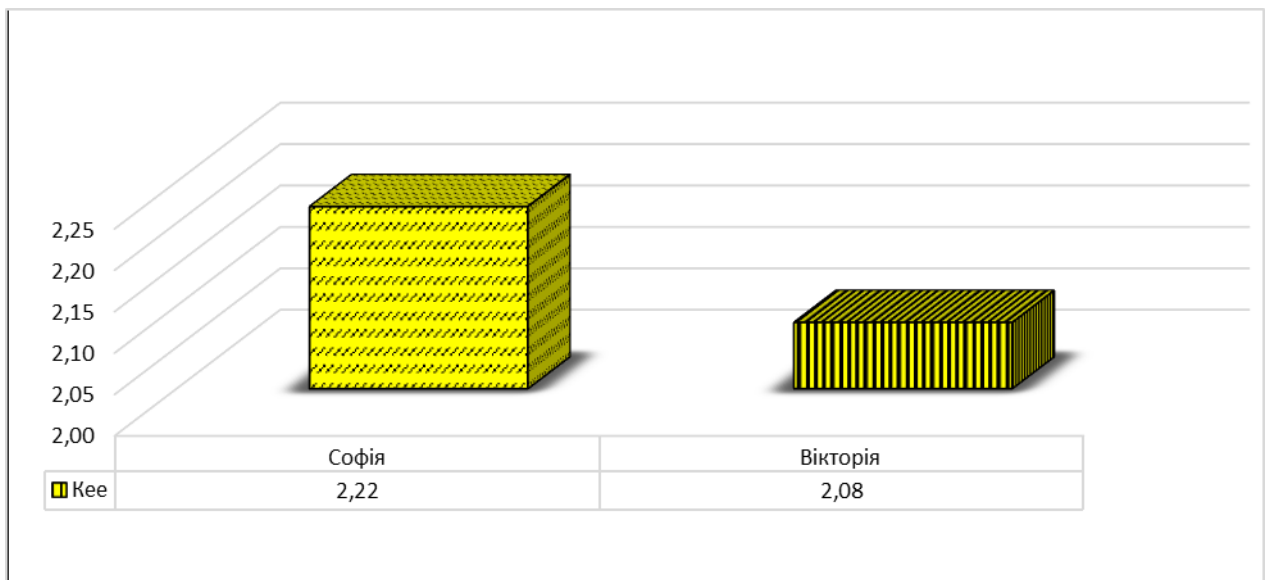


Рис. 6.3. Енергетична оцінка ефективності вирощування гірчиці чорної залежно від сорту (середнє за 2020–2022 рр.)

Вирощування гірчиці чорної залежно від сорту є енергоощадним, оскільки $K_{ee} > 1$. Так, сорт Софія забезпечив максимальний вихід енергії з

урожаєм 23 853 мДж за загальних витрат 10 733 мДж. Сорт Вікторія показав посередні результати: $K_{\text{еє}}=2,08$, вихід енергії з урожаєм – 21 879 мДж та загальні витрати – 10 591 мДж.

Отже, загалом дослід продемонстрував, що вирощування гірчиці залежно від виду і сорту був енергетично ефективним, оскільки $K_{\text{еє}}$ коливався в межах 2,04–2,65. Найефективнішим в енергетичному розрізі питання виявилось вирощування гірчиці білої сорту Біла принцеса, оскільки цей сорт забезпечив максимальний рівень $K_{\text{еє}}$, виходу енергії з урожаєм та загальні витрати.

Висновки до розділу 6

Оцінивши економічну та енергетичну ефективність вирощування гірчиці залежно від виду та сорту, було отримано такі висновки:

1. Вирощування гірчиці залежно від виду та сорту в умовах Лівобережного Лісостепу України є економічно та енергетично вигідним. Про це свідчать отримані показники рентабельності, маси прибутків та коефіцієнти економічної ефективності.

2. За вирощування гірчиці залежно від виду та сорту максимальний рівень рентабельності (97 %) було отримано за вирощування гірчиці сизої озимого сорту Романтика.

3. Максимальну масу прибутку з одиниці площі (30 953 грн/га) було отримано за вирощування гірчиці сизої сорту Романтика.

4. Розрахована структура витрат за вирощування гірчиці залежно від виду та сорту: у середньому витрати на оплату праці становлять $\approx 3\%$; насіння $\approx 2-3\%$; добрива $\approx 38-40\%$ засоби захисту $\approx 10-11\%$; пальне $\approx 24-26\%$; інші витрати $\approx 20\%$.

5. Максимальні значення коефіцієнта енергетичної ефективності ($K_{ee} = 2,65$) було зафіксовано за вирощування гірчиці білої сорту Біла принцеса. Оскільки сорт мав найвищу врожайність, то й вихід з урожаєм був максимальним, що знизило енергетичну собівартість одиниці виробленої продукції.

Список використаних джерел до розділу 6

1. Мацибора В. І. Економіка сільського господарства : підручник /В. І. Мацибора. К. : Вища шк., 1994. 415 с.
2. Яценко О. І. Економічні та соціальні аспекти оцінки ефективності /О. І. Яценко, О. П. Романюк. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2008. Вип. 18.6. С. 237–238.
3. Економіка сільського господарства : навч. посібник /В. К. Збарський, В. І. Мацибора та ін., за ред. В. К. Збарського і В. І. Мацибори. К. : ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2013. 316.
4. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К. : Урожай, 1988. 208 с.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено теоретичне узагальнення та вирішення наукового завдання щодо оптимізації вирощування гірчиці шляхом підбору видів та сортів для умов Лівобережного Лісостепу України. Одержані результати дозволяють сформулювати такі висновки:

1. Найвищі показники асиміляційної поверхні визначено у сортів гірчиці білої (38,2 тис. м²/га). Менші значення були на посівах гірчиці сарептської (34,7 тис. м²/га) та гірчиці чорної (31,7 тис. м²/га). Серед сортів максимальна площа листкової поверхні така: Біла принцеса – 40,9 тис. м²/га; Ослава – 39,6 тис. м²/га; Запоріжанка – 38,2 тис. м²/га.

2. Максимальну індивідуальну продуктивність отримали у сортів: Біла принцеса – 1,32 г; Ослава – 1,25 г; Запоріжанка – 1,2 г; Феліція – 1,2 г; Талісман та Пріма – 1,18 г. У середньому серед досліджуваних видів найбільшу масу насіння виявлено у сортів гірчиці білої – 1,21 г.

3. Найвищу врожайність отримали у сортів гірчиці білої, за середньої по виду – 1,69 т/га. У розрізі досліджуваних сортів: Біла принцеса (1,85 т/га); Романтика та Ослава (1,75 т/га); Запоріжанка (1,68 т/га); Феліція (1,67 т/га); Пріма (1,66 т/га), Талісман (1,65 т/га). Виявлено відмінності у різних видів щодо реалізації біологічного потенціалу від погодних умов. Так, найвищі рівні врожайності сортів гірчиці білої (1,77 т/га) було отримано у вологий 2022 рік. Сорти гірчиці сарептської та гірчиці чорної реалізували себе в нормальний за зволоженням 2021 рік (1,6 та 1,44 т/га відповідно).

4. У середньому найвищий показник маси 1000 шт. насінин сформувався у сортів гірчиці білої – 4,6 г, зокрема: Біла принцеса та Запоріжанка (4,9 г), Талісман (4,8 г). Суттєво менші показники отримали у сортів гірчиці чорної (3,8 г) та гірчиці сарептської (3,2 г). Більший вміст білка визначили в насінні гірчиці чорної (32,3 %) та гірчиці білої (32,4 %). Максимальні значення (понад 33,0 %) отримано у сортів Запоріжанка, Підпечерецька та Еталон. Найменший вміст білка – у насінні сортів гірчиці сарептської (28,0 %).

5. Найвищу олійність насіння виявили в гірчиці сарептської (38,0 %). Суттєво менше накопичено олії в насінні гірчиці чорної (30,5 %) та гірчиці білої (28,2 %). Максимальну олійність мало насіння сортів Ретро та Пріма (понад 40,0 %). Виявлено особливості впливу погодних умов на рівень накопичення олії в різних видів гірчиці. Так, за умов 2021 року вищий вміст олії було отримано у гірчиці білої – 28,6 % та гірчиці сарептської – 39,5 %. Посушливі умови 2020 року виявились більш сприятливими для накопичення олії в насінні гірчиці чорної (30,1 %).

6. У середньому найбільший біологічний збір олії було отримано на посівах сортів гірчиці сарептської (0,58 т/га). Серед досліджуваних сортів понад 0,6 т олії з гектара забезпечили: Мрія (0,61 т/га); Феліція (0,63 т/га); Ретро (0,65 т/га) та Пріма (0,67 т/га).

7. Найбільшим вмістом олеїнової кислоти характеризувалось насіння гірчиці чорної (48,7 %). Менші частки припадали на олеїнову кислоту у видів гірчиці білої (41,1 %) та сарептської (38,6 %). Озимий сорт Романтика накопичував у насінні 42,2 % олеїнової кислоти. За вмістом лінолевої кислоти вищі показники отримано в насінні гірчиці сарептської (21,4 %). Істотно менший вміст лінолевої кислоти мало насіння гірчиці чорної (15,8 %) та гірчиці білої (14,9 %). Серед досліджуваних сортів максимальні значення (понад 23,0 %) були в гірчиці сарептської сортів: Феліція, Пріма та Роксолана. Вміст лінолевої кислоти був вищим у сортів гірчиці сарептської (12,0 %).

8. За вмістом у насінні пальмітинової кислоти виявлена така динаміка: гірчиця чорна 4,1 %; гірчиця біла 3,8 %; гірчиці яра сарептська (3,6 %), озимий сорт Романтика сформував 4,0 %. Вміст стеаринової кислоти був мінімальним і становив: у сортів гірчиці ярої сарептської – 1,1 %; гірчиці білої та гірчиці озимої сарептської – 1,6 %; гірчиці чорної 1,8 %.

9. Виявлено підвищення ерукової кислоти у сортів гірчиці сарептської (0,7 %) порівняно з середнім по досліді (0,57 %). Меншими значеннями характеризувались сорти гірчиці білої, де вміст ерукової кислоти

варіював від 0,43 до 0,55 %. Мінімальну кількість ерукової кислоти встановлено в насінні гірчиці чорної (0,39 %).

10. Проведений аналіз економічної ефективності свідчить, що найвищі прибуток (30 953 грн/га) та рентабельність (97 %) зафіксовано за вирощування гірчиці сарептської озимої Романтика. Максимальні значення коефіцієнта енергетичної ефективності ($K_{ee} = 2,65$) були за вирощування гірчиці білої сорту Біла принцеса. Оскільки сорт мав найвищу врожайність, то й вихід з урожаєм був максимальним, що, як наслідок, знизило енергетичну собівартість одиниці виробленої продукції.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою реалізації біологічного потенціалу в умовах Лівобережного Лісостепу України доцільно вирощувати сорти Біла принцеса (1,85 т/га); Романтика та Ослава (1,75 т/га); Запоріжанка (1,68 т/га); Феліція (1,67 т/га); Пріма (1,66 т/га), Талісман (1,65 т/га). Максимальний збір олії з одиниці площі здатні забезпечити сорти: Мрія (0,61 т/га); Феліція (0,63 т/га); Ретро (0,65 т/га) та Пріма (0,67 т/га).

Для отримання олії з високими показниками незамінних (есенціальних) кислот Омега - 3 та Омега - 6 доцільно вирощувати сорти гірчиці сарептської (Феліція, Пріма, Роксолана), а для консервної промисловості з найвищим вмістом Омега - 9 доцільно вирощувати сорт гірчиці чорної (Вікторія).

ДОДАТКИ

Додаток А.1**а****б**

Рис. А.1. Місце проведення досліджень (ННВК, Сумського НАУ, 2019-2021 рр. ($50^{\circ}52.742N$ широта, $34^{\circ}46.159E$ довгота 137,7 м над рівнем моря): а – дослідне поле кафедри агротехнологій та ґрунтознавства; б – яра форма (зліва) та озима форма гірчиці (праворуч)

Додаток А.2**а****б**

Рис. А. 2. Визначення морфологічних параметрів досліджуваних сортів: а – озимої гірчиці (сорт Романтика); б – ярих форм гірчиці сарептської, білої та чорної (ННВК Сумського НАУ)

Додаток А.3



а



б

Рис. А.3. Визначення показників якості досліджуваних видів гірчиці:
а – вміст вологи (воломір зерна HE Lite (Pfeuffer, Німеччина);
б – вмісту олії (пресс ручний ПРОМ-1У)

Додаток А.4

**а****б**

Рис. А.4. Визначення показників якості досліджуваних видів гірчиці: а – маси 1000 шт. насінин; б – вмісту олії та глюкозинолатів у насінні (пресс ручний ПРОМ-1У та інфрачервоний аналізатор SapNir 2700)

Додаток Б.1

Метеорологічні умови 2019 року

Доба	Квітень		Травень		Червень		Липень		Серпень	
	СДТ, С	опаді, мм	СДТ, С	опаді, мм	СДТ, С	опаді, мм	СДТ, С	опаді, мм	СДТ, С	опаді, мм
1	6,3		22	2,2	13,7	4,0	20,5		23,7	
2	4,7		24,3		19	6,3	15,2		25	
3	2,5		23,2		16,7		16,7		25	
4	6,3		24,2	2,0	22,5		20		25	
5	9,5		24,5		19,3		19,3		27	
6	11,3		21,2		14,7		24,7	1,6	25,3	
7	10,3		21,9		14,8		24		23,7	
8	9,3		22,8	20,9	19,8		21	1,5	21,3	2,1
9	13		22,9	9,0	21,3		22	0,4	21	
10	12,7		17,4		17,8	2,2	24,3		22	2,4
11	10,3		14,2		21		23		22,7	
12	5,5		16,8	1,4	20,3		24,7		22,3	
13	10	2,2	13,6		23		23	6,2	22,7	
14	10		14,8		24		21,7		24,3	
15	14,7		18		24,3		23		24,6	
16	17	20,1	21,7		19		21,7	37,6	23,9	
17	15,7		22,5		24		18,7	4,6	22,8	
18	14		17,5		23		20	0,6	23,8	
19	11		17,3		24,7		24		24,4	
20	12		16,2		24,3		23,3		22,1	
21	16		13		24,2		22,3		23,4	
22	12,7		18,7	1,8	27,2		23,3		17,5	
23	8		20,2		25		21,7		16,8	
24	10,3		22,3	2,6	15		23,3		21	
25	13		22,2	0,8	19		22,3		22	
26	19		18,3		20,3	4,3	23		24	
27	10,7	1,6	19		24		25		22,8	
28	13,6		23,5		25		26,7			
29	16,5		19,5		24,3		25			
30	19,8		22,5		24,5		27,3			
31			22,2				27	4,9		
Σ за Місяць.	345,7	23,9	618,4	40,7	635,7	16,8	697,7	57,4	620,1	4,5
Сер. за Місяць	22,3		38,7		41,0		43,6		44,3	

Сума опадів за вегетаційний період, мм

143,3

Сума температур за вегетаційний період, °С

2865,5

ГТК

0,50

Додаток Б.2

Метеорологічні умови 2020 року

Доба	Квітень		Травень		Червень		Липень		Серпень	
	СДТ, С	опад, мм	СДТ, С	опад, мм	СДТ, С	опад, мм	СДТ, С	опад, мм	СДТ, С	опад, мм
1	-0,6		16,7	0,5	12,4	8,7	22		16,3	
2	2		17,3		14	6,0	25		19	
3	8,3		18,7	18,1	16,6		25		19,7	
4	8,5		13,3		14,2	15,8	27		21,8	
5	6,7		17,3		15,4	5,7	26		24	
6	6,3		14	2,9	21,4	1,7	26,3		24,7	
7	7,8		12,3	1,7	24		28,7		26	
8	13,3		10	14,0	25,4		16,3	6,3	23,7	
9	9		11,7	1,2	26,7		15,3		21,7	
10	9,3		16		27,7		19,8		21,7	
11	6,7		17,7		28,2		25,7		21,3	0,9
12	5		16,7	1,4	28,4		25,7		17	
13	9,3		9,7		24,2		18,3		16,5	
14	8,2	3,6	12	0,7	24,6		14,7	39,8	15,7	
15	2,7	5,6	11,7	0,4	25		15	23,0	17	
16	4		12,3	0,5	26		20		21	
17	6,7		15,3		26,7		22,3		21	
18	9		12,3	4,6	26,8		22,7		25,7	
19	5,3		11		27		22,3		25	
20	6		13,7	6,3	25,3	1,0	24		21,7	
21	7,3		10	1,2	25,7		25		20,7	
22	8,7		6,7		24		20		19	
23	10		9	5,6	21,3		16,7		21	
24	9		11,7		24		18,7		18,3	
25	7,3		14,3		22,3		20,3		24,3	
26	6	2,8	13	3,7	24,7		21		20	
27	9,3		14	0,7	26,7		24		18	
28	12,3		12,7	14,3	27,3		25,7		18	
29	15,7		18,5	0,4	20,7	1,6	24,3		20	
30	17		15	13,5	23,3	10,4	23		24	
31			14,3	1,5			20		23,3	
Σ за Місяць.	236,1	12,0	418,9	93,2	700,0	50,9	680,8	69,1	647,1	0,9
Сер. за Місяць	15,2		26,2		45,2		42,6		40,4	

Сума опадів за вегетаційний період, мм 214,1
Сума температур за вегетаційний період, °С 2096,2
ГТК 1,02

Додаток Б.3

Метеорологічні умови 2021 року

Доба	Квітень		Травень		Червень		Липень		Серпень	
	СДТ, С	опад, мм	СДТ, С	опад, мм	СДТ, С	опад, мм	СДТ, С	опад, мм	СДТ, С	опад, мм
1	9,0		17,0	56,5	10,3		24,3		28,0	
2	9,0		16,3	2,6	13,7		24,0		25,7	14,8
3	4,0	5,7	14,3	2,3	17,0		23,3	4,4	20,7	
4	6,7	4,0	9,0	2,0	17,3		24,3		22,7	
5	5,3		15,0		17,7		25,0	2,6	21,3	
6	8,0		13,3		16,7	1,3	22,0		21,3	2,5
7	6,3		13,7	1,8	16,7	7,2	24,0		23,3	2,8
8	3,3	2,8	12,0	2,0	17,3		24,3		23,3	
9	5,3		8,0	19,4	19,7	5,2	25,3		24,7	
10	8,3		6,7		17,7	12,4	25,0		25,3	
11	11,3		14,3	30,1	18,3	33,2	26,3		24,7	0,6
12	14,3		11,0		19,3		26,7		24,0	
13	13,0		11,5	1,1	19,0	6,3	26,3		23,3	
14	13,0		18,3	4,6	21,0	0,9	27,0		22,0	
15	11,0	2,1	19,0		24,3		28,0		23,3	
16	9,0	4,8	18,8		21,0		26,0		24,8	
17	9,0	0,4	24,0		20,7	5,7	27,7		26,0	
18	5,0	10,3	17,7		23,0		28,0		24,3	3,3
19	8,0	0,5	15,7	7,5	24,3		26,7		21,2	6,7
20	8,0	2,1	14,3	7,2	24,3		26,7		20,5	0,8
21	6,4	3,5	13,0	20,9	27,0		21,3		18,3	
22	12,2		17,7		26,7		20,3		18,3	
23	10,5		19,0		27,3		22,0		18,8	
24	5,7	9,6	13,3		29,7		24,0		20,0	
25	6,7		18,0	7,1	30,0		23,6		20,7	
26	3,3	8,6	22,7		29,0		23,3		20,7	3,2
27	3,7	2,1	20,7		26,0	9,6	27,5		19,2	4,6
28	7,7		21,7		22,3	13,6	24,0		20,7	
29	12,5		20,0	3,2	21,7	6,5	26,7		22,0	
30	15,3		15,0		24,3		25,8		24,3	
31			10,0						19,0	20,4
Σ за Місяць	250,8	56,5	481,0	168,3	643,3	101,9	749,4	7,0	692,4	59,7
Сер. за Місяць	8,4		15,5		21,4		25,0		22,3	

Сума опадів за вегетаційний період, мм

277,2

Сума температур за вегетаційний період, °С

2685,6

ГТК

1,03

Додаток Б.4

Метеорологічні умови 2022 року

Доба	Квітень		Травень		Червень		Липень		Серпень	
	СДТ, С	опадн, мм	СДТ, С	опадн, мм	СДТ, С	опадн, мм	СДТ, С	опадн, мм	СДТ, С	опадн, мм
1	10,3		9,3		18,0		22,5		24,0	
2	12,7	7,7	11,3		19,0		21,0		23,3	
3	3,0	0,9	14,0		18,0	4,7	24,7		21,7	3,8
4	2,3	0,6	13,7		17,7		25,0		20,3	14,4
5	2,0		9,0		17,0		26,3		23,0	0,6
6	5,7		9,7		18,7		27,0		24,3	
7	6,0		11,0		21,7		25,0		25,0	
8	11,7		14,3		23,3		23,7		23,7	
9	10,0		10,0		22,7		20,3		23,0	
10	11,0	1,7	8,7		24,0		21,0	4,7	22,0	
11	5,3		12,3		23,3		19,0	24,8	22,7	
12	2,0	25,6	17,0	0,4	23,0	93,3	18,3	5,4	24,7	
13	7,3	5,2	14,3		22,7		19,0	2,6	23,0	
14	6,7		15,3	2,8	22,7	0,4	18,3		23,7	
15	8,7		14,0		16,7		22,7	18,2	25,0	
16	10,0	7,2	13,0		18,7		20,0		23,7	
17	4,0	5,0	12,3		20,0		17,0	3,6	24,7	
18	4,7	8,8	9,3	0,7	20,0	0,6	17,0		24,0	
19	12,3	29,3	13,3		23,0		18,3	15,6	23,3	
20	7,3	5,2	14,3		24,3		19,0	0,7	22,0	4,8
21	6,0		13,7	2,6	27,0		14,3	0,6	22,3	
22	9,7		12,0	8,2	17,3	3,6	18,7		24,7	
23	11,7	9,4	12,7		16,0	31,2	19,7		25,3	
24	9,3		14,7		20,0	16,4	25,7	5,8	25,0	
25	11,7		16,0		21,0		19,3		26,0	
26	11,7		13,3	2,7	25,0		20,0		24,0	
27	15,3		14,7		25,0		23,8		23,3	
28	11,7		15,0	0,7	26,3		24,3		22,0	
29	11,0		15,0		27,0		23,3		21,3	
30	10,0		19,7		22,0	5,1	22,3		24,0	
31	10,3		18,3	8,0			24,0		18,3	
Σ за Місяць	261,4	106,6	411,2	26,1	631,1	155,3	660,5	82,0	723,9	23,6
Сер. за Місяць	8,3		13,3		21,0		21,3		23,3	

Сума опадів за вегетаційний період, мм

342,3

Сума температур за вегетаційний період, °С

2598,1

ГТК

1,32

Додаток В.1

**Результати дисперсійного аналізу висоти рослин (см) досліджуваних
видів гірчиці (СНАУ, 2020–2022 рр.)**

Дисперсійний аналіз (однофакторний)

L	P	N	K			
17	3	51	959247,7			
Варіанти	Повторення, P			Сума	Середнє	Різниця
	2021	2022	2023			
Біла принцеса	128,9	143,2	156,6	428,7	142,9	-
Еталон	104,7	116,7	126,8	348,2	116,1	-26,8
Запоріжанка	118,7	131,9	145,6	396,2	132,1	-10,8
Ослава	136,1	147,1	156,7	439,9	146,6	3,7
Підпечерецька	111,7	121	128,7	361,4	120,5	-22,4
Талісман	126,5	143,1	161,3	430,9	143,6	0,7
Деметра	111,8	124,4	135,9	372,1	124,0	-18,9
Мрія	123,4	138,6	152,4	414,4	138,1	-4,8
Пріма	137,8	145,4	150,3	433,5	144,5	1,6
Ретро	140,1	150,1	157,9	448,1	149,4	6,5
Роксолана	121,6	136,8	149,5	407,9	136,0	-6,9
Росава	139,7	142,9	142,4	425,0	141,7	-1,2
Феліція	132,1	139,1	144,7	415,9	138,6	-4,3
Чорнява	120,5	127,5	132,5	380,5	126,8	-16,1
Романтика (озима)	145,9	156,8	162,2	464,9	155,0	12,1
Софія	117,8	133,7	146,6	398,1	132,7	-10,2
Вікторія	124,7	143,7	160,3	428,7	142,9	0,0
	2142,0	2342,0	2510,4	6994,4	137,1	

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				F _ф	F ₀₅
<i>Загальна</i>	10013,3	50			
<i>Погоди</i>	4001,5	2			
<i>Варіантів</i>	5372,2	16	335,8	16,8	1,97
<i>Інші</i>	639,6	32	20,0		
<i>Точність дослідю</i>		$S_{x\%} =$	1,9%	$t_{05} =$	2,04
<i>Найменша істотна різниця</i>		$HP_{05} =$	7,44		

Додаток В.2

Результати дисперсійного аналізу параметрів площі листкової поверхні рослин (тис. кв. м) досліджуваних видів гірчиці (СНАУ, 2020–2022 рр.)

Дисперсійний аналіз (однофакторний)

L	P	N	К			
17	3	51	65671,88			
Варіанти	Повторення, P			Сума	Середнє	Різниця
	2021	2022	2023			
Біла принцеса	39,7	40,9	42,1	122,7	40,9	-
Еталон	33,8	36,8	38,8	109,4	36,5	-4,4
Запоріжанка	35,1	38,4	41	114,5	38,2	-2,7
Ослава	38,1	39,9	40,9	118,9	39,6	-1,3
Підпечерецька	33,6	36,1	38,4	108,1	36,0	-4,9
Талісман	36,8	37,5	39,5	113,8	37,9	-3,0
Деметра	34,8	36,7	36,8	108,3	36,1	-4,8
Мрія	35,9	36,4	36,9	109,2	36,4	-4,5
Пріма	36,5	38,1	38,9	113,5	37,8	-3,1
Ретро	36,8	36,1	37,1	110,0	36,7	-4,2
Роксолана	30	32,5	33	95,5	31,8	-9,1
Росава	29,7	31,8	32,8	94,3	31,4	-9,5
Феліція	36,8	38,2	38,7	113,7	37,9	-3,0
Чорнява	29,1	29,9	30,1	89,1	29,7	-11,2
Романтика (озима)	38,8	39,9	40,9	119,6	39,9	-1,0
Софія	32,2	32,9	33,9	99,0	33,0	-7,9
Вікторія	29,1	30,5	30,9	90,5	30,2	-10,7
	586,8	612,6	630,7	1830,1	35,9	

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				Fф	F ₀₅
<i>Загальна</i>	644,5	50			
<i>Погоди</i>	57,3	2			
<i>Варіантів</i>	567,3	16	35,5	56,9	1,97
<i>Інші</i>	19,9	32	0,6		
<i>Точність дослідження</i>		$S_x\% =$	1,3%	$t_{05} =$	2,04
<i>Найменша істотна різниця</i>		$НІР_{05} =$	1,31		

Додаток В.3

**Результати дисперсійного аналізу маси насіння з однієї рослини (г)
досліджуваних видів гірчиці (СНАУ, 2020–2022 рр.)**

Дисперсійний аналіз (однофакторний)

L	P	N	K			
17	3	51	65,03153			
Варіанти	Повторення, P			Сума	Середнє	Різниця
	2021	2022	2023			
Біла принцеса	1,23	1,35	1,38	4,0	1,3	-
Еталон	1,08	1,14	1,22	3,4	1,1	-0,2
Запоріжанка	1,15	1,18	1,28	3,6	1,2	-0,1
Ослава	1,19	1,23	1,34	3,8	1,3	-0,1
Підпечерецька	1,03	1,15	1,22	3,4	1,1	-0,2
Талісман	1,16	1,17	1,22	3,6	1,2	-0,1
Деметра	1,11	1,15	1,14	3,4	1,1	-0,2
Мрія	1,11	1,19	1,14	3,4	1,1	-0,2
Пріма	1,15	1,23	1,17	3,6	1,2	-0,1
Ретро	1,11	1,19	1,14	3,4	1,1	-0,2
Роксолана	0,96	1,04	0,99	3,0	1,0	-0,3
Росава	0,96	1	0,99	3,0	1,0	-0,3
Феліція	1,17	1,21	1,21	3,6	1,2	-0,1
Чорнява	0,87	1,01	0,92	2,8	0,9	-0,4
Романтика (озима)	1,22	1,29	1,24	3,8	1,3	-0,1
Софія	0,98	1,08	1,05	3,1	1,0	-0,3
Вікторія	0,91	1,02	0,92	2,9	1,0	-0,4
	18,4	19,6	19,6	57,6	1,1	

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				Fф	F ₀₅
<i>Загальна</i>	0,7	50			
<i>Погоди</i>	0,1	2			
<i>Варіантів</i>	0,6	16	0,0	25,0	1,97
<i>Інші</i>	0,0	32	0,0		
<i>Точність дослідю</i>		$S_{x\%} =$	2,0%	$t_{05} =$	2,04
<i>Найменша істотна різниця</i>		$HP_{05} =$	0,06		

Додаток В.4

**Результати дисперсійного аналізу показників урожайності насіння (т/га)
досліджуваних видів гірчиці (СНАУ, 2020–2022 рр.)**

Дисперсійний аналіз (однофакторний)

L	P	N	K			
17	3	51	127,5061			
Варіанти	Повторення, P			Сума	Середнє	Різниця
	2021	2022	2023			
Біла принцеса	1,75	1,87	1,92	5,5	1,8	-
Еталон	1,51	1,62	1,71	4,8	1,6	-0,2
Запоріжанка	1,61	1,69	1,75	5,1	1,7	-0,2
Ослава	1,66	1,75	1,84	5,3	1,8	-0,1
Підпечерецька	1,48	1,59	1,69	4,8	1,6	-0,3
Талісман	1,62	1,65	1,69	5,0	1,7	-0,2
Деметра	1,55	1,66	1,53	4,7	1,6	-0,3
Мрія	1,58	1,69	1,57	4,8	1,6	-0,2
Пріма	1,61	1,72	1,64	5,0	1,7	-0,2
Ретро	1,62	1,65	1,58	4,9	1,6	-0,2
Роксолана	1,32	1,49	1,38	4,2	1,4	-0,5
Росава	1,31	1,43	1,39	4,1	1,4	-0,5
Феліція	1,62	1,75	1,65	5,0	1,7	-0,2
Чорнява	1,28	1,37	1,26	3,9	1,3	-0,5
Романтика (озима)	1,71	1,84	1,71	5,3	1,8	-0,1
Софія	1,42	1,48	1,45	4,4	1,5	-0,4
Вікторія	1,28	1,39	1,31	4,0	1,3	-0,5
	25,9	27,6	27,1	80,6	1,6	

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				F _ф	F ₀₅
<i>Загальна</i>	1,4	50			
<i>Погоди</i>	0,1	2			
<i>Варіантів</i>	1,2	16	0,1	28,9	1,97
<i>Інші</i>	0,1	32	0,0		
<i>Точність дослідю</i>		$S_{x\%} =$	1,9%	$t_{05} =$	2,04
<i>Найменша істотна різниця</i>		$HP_{05} =$	0,08		

Додаток В.5

**Результати дисперсійного аналізу маси 1000 шт. насінин (г)
досліджуваних видів гірчиці (СНАУ, 2020-2022 рр.)**

Дисперсійний аналіз (однофакторний)

L	P	N	K			
17	3	51	747,1184			
Варіанти	Повторення, P			Сума	Середнє	Різниця
	2021	2022	2023			
Біла принцеса	4,7	4,8	5,2	14,7	4,9	-
Еталон	3,8	4,2	4,5	12,5	4,2	-0,7
Запоріжанка	4,7	4,8	5,1	14,6	4,9	0,0
Ослава	4,3	4,7	4,9	13,9	4,6	-0,3
Підпечерецька	3,6	4	4,3	11,9	4,0	-0,9
Талісман	4,5	4,8	5,0	14,3	4,8	-0,1
Деметра	3,0	3,5	3,1	9,6	3,2	-1,7
Мрія	2,9	3,4	2,9	9,2	3,1	-1,8
Пріма	3,3	3,5	3,4	10,2	3,4	-1,5
Ретро	3,2	3,5	3,1	9,8	3,3	-1,6
Роксолана	2,9	3,1	3,0	9,0	3,0	-1,9
Росава	3,2	3,5	3,3	10,0	3,3	-1,6
Феліція	3,0	3,4	3,2	9,6	3,2	-1,7
Чорнява	2,8	2,8	2,6	8,2	2,7	-2,2
Романтика (озима)	4,9	5,0	5,3	15,2	5,1	0,2
Софія	3,6	3,9	3,8	11,3	3,8	-1,1
Вікторія	3,9	4	3,3	11,2	3,7	-1,2
	62,3	66,9	66,0	195,2	3,8	

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				Fф	F ₀₅
<i>Загальна</i>	30,3	50			
<i>Погоди</i>	0,7	2			
<i>Варіантів</i>	28,3	16	1,8	42,2	1,97
<i>Інші</i>	1,3	32	0,0		
<i>Точність дослідю</i>		$S_{x\%} =$	3,1%	$t_{05} =$	2,04
<i>Найменша істотна різниця</i>		$HP_{05} =$	0,34		

Додаток В.6

**Результати дисперсійного аналізу вмісту олії (%) в насінні
досліджуваних видів гірчиці (СНАУ, 2020-2022 рр.)**

Дисперсійний аналіз (однофакторний)

L	P	N	K			
17	3	51	56823,44			
Варіанти	Повторення, P			Сума	Середнє	Різниця
	2021	2022	2023			
Біла принцеса	31,5	31,2	29,7	92,4	30,8	-
Еталон	27,1	27,2	26,5	80,8	26,9	-3,9
Запоріжанка	28,4	28,5	27,9	84,8	28,3	-2,5
Ослава	29,7	29,9	28,9	88,5	29,5	-1,3
Підпечерецька	26,5	26,8	25,9	79,2	26,4	-4,4
Талісман	27,1	27,8	27,0	81,9	27,3	-3,5
Деметра	37,1	38,2	36,9	112,2	37,4	6,6
Мрія	38,1	38,2	36,5	112,8	37,6	6,8
Пріма	41,9	41,2	37,8	120,9	40,3	9,5
Ретро	40,9	41,2	38,1	120,2	40,1	9,3
Роксолана	40,2	40,8	36,1	117,1	39,0	8,2
Росава	35,7	41,1	34,9	111,7	37,2	6,4
Феліція	38,1	38,5	36,5	113,1	37,7	6,9
Чорнява	35,5	36,5	32,2	104,2	34,7	3,9
Романтика (озима)	34,0	33,5	32,1	99,6	33,2	2,4
Софія	31,2	31,8	30,1	93,1	31,0	0,2
Вікторія	31,0	27,3	31,6	89,9	30,0	-0,9
	574,0	579,7	548,7	1702,4	33,4	

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				F _ф	F ₀₅
<i>Загальна</i>	1243,2	50			
<i>Погоди</i>	32,0	2			
<i>Варіантів</i>	1158,8	16	72,4	44,3	1,97
<i>Інші</i>	52,4	32	1,6		
<i>Точність дослідю</i>		$S_x\% =$	2,2%	$t_{05} =$	2,04
<i>Найменша істотна різниця</i>		$HP_{05} =$	2,1		

Додаток В.7

**Результати дисперсійного аналізу вмісту протеїну (%) в насінні
досліджуваних видів гірчиці (СНАУ, 2020–2022 рр.)**

Дисперсійний аналіз (однофакторний)

L	P	N	K			
17	3	51	45289,44			
Варіанти	Повторення, P			Сума	Середнє	Різниця
	2021	2022	2023			
Біла принцеса	28,9	29,6	30,2	88,7	29,6	-
Еталон	31,8	33,9	34,1	99,8	33,3	3,7
Запоріжанка	32,3	32,9	34,0	99,1	33,0	3,5
Ослава	32,1	32,4	33,8	98,3	32,8	3,2
Підпечерецька	32,6	32,9	33,9	99,4	33,1	3,6
Талісман	32,1	32,6	33,9	98,6	32,9	3,3
Деметра	33,3	25,3	30,1	88,7	29,6	0,0
Мрія	24,8	34,0	28,8	87,6	29,2	-0,4
Пріма	23,5	24,5	25,7	73,7	24,6	-5,0
Ретро	25,7	26,4	28,4	80,4	26,8	-2,8
Роксолана	25,5	26,5	30,3	82,3	27,4	-2,1
Росава	32,3	32,0	33,1	97,4	32,5	2,9
Феліція	24,9	25,1	26,4	76,4	25,5	-4,1
Чорнява	27,9	28,3	29,9	86,1	28,7	-0,9
Романтика (озима)	21,9	21,8	22,5	66,2	22,1	-7,5
Софія	29,0	37,4	33,2	99,5	33,2	3,6
Вікторія	32,2	33,3	32,1	97,5	32,5	2,9
	490,8	508,8	520,2	1519,8	29,8	

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				F _ф	F ₀₅
<i>Загальна</i>	745,0	50			
<i>Погоди</i>	25,8	2			
<i>Варіантів</i>	600,5	16	37,5	10,1	1,97
<i>Інші</i>	118,8	32	3,7		
<i>Точність дослідю</i>		$S_{x\%} =$	3,7%	$t_{05} =$	2,04
<i>Найменша істотна різниця</i>		$HP_{05} =$	3,2		

Додаток В.8

**Результати дисперсійного аналізу збору олії (т/га) в насінні
досліджуваних видів та сортів гірчиці (СНАУ, 2020–2022 рр.)**

Дисперсійний аналіз (однофакторний)

L	P	N	K			
17	3	51	14,13574			
Варіанти	Повторення, P			Сума	Середнє	Різниця
	2021	2022	2023			
Біла принцеса	0,55	0,58	0,57	1,7	0,6	-
Еталон	0,41	0,44	0,45	1,3	0,4	-0,1
Запоріжанка	0,46	0,48	0,49	1,4	0,5	-0,1
Ослава	0,49	0,52	0,53	1,5	0,5	-0,1
Підпечерецька	0,39	0,43	0,44	1,3	0,4	-0,1
Талісман	0,44	0,46	0,46	1,4	0,5	-0,1
Деметра	0,58	0,63	0,56	1,8	0,6	0,0
Мрія	0,6	0,65	0,57	1,8	0,6	0,0
Пріма	0,67	0,71	0,62	2,0	0,7	0,1
Ретро	0,66	0,68	0,6	1,9	0,6	0,1
Роксолана	0,53	0,61	0,5	1,6	0,5	0,0
Росава	0,47	0,59	0,49	1,6	0,5	0,0
Феліція	0,62	0,67	0,6	1,9	0,6	0,1
Чорнява	0,45	0,5	0,41	1,4	0,5	-0,1
Романтика (озима)	0,58	0,62	0,55	1,8	0,6	0,0
Софія	0,44	0,47	0,44	1,4	0,5	-0,1
Вікторія	0,4	0,38	0,41	1,2	0,4	-0,2
	8,7	9,4	8,7	26,9	0,5	

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				F _ф	F ₀₅
<i>Загальна</i>	0,4	50			
<i>Погоди</i>	0,0	2			
<i>Варіантів</i>	0,4	16	0,0	30,3	1,97
<i>Інші</i>	0,0	32	0,0		
<i>Точність дослідження</i>		$S_x\% =$	2,9%	$t_{05} =$	2,04
<i>Найменша істотна різниця</i>		$HP_{05} =$	0,04		

Додаток В.9

Результати дисперсійного аналізу вмісту олеїнової кислоти (%) в насінні
досліджуваних видів гірчиці (СНАУ, 2020–2022 рр.)

Дисперсійний аналіз (однофакторний)

L	P	N	K			
17	3	51	85305,13			
Варіанти	Повторення, P			Сума	Середнє	Різниця
	2021	2022	2023			
Біла принцеса	34,1	41,9	44,9	120,9	40,3	-
Еталон	39,2	43,1	41,9	124,2	41,4	1,1
Запоріжанка	34,1	41,9	44,9	120,9	40,3	0,0
Ослава	33,8	41,4	45,8	121,0	40,3	0,0
Підпечерецька	34,1	42,9	44,9	121,9	40,6	0,3
Талісман	34,9	47,6	48,5	131,0	43,7	3,4
Деметра	39,7	36,7	46,5	122,9	41,0	0,7
Мрія	31,5	40,1	37,2	108,8	36,3	-4,0
Пріма	36,8	40,6	42,8	120,2	40,1	-0,2
Ретро	38,9	39,4	48,6	126,9	42,3	2,0
Роксолана	30,9	34,1	42,2	107,2	35,7	-4,6
Росава	41	37,9	42,2	121,1	40,4	0,1
Феліція	38,8	37,7	44,1	120,6	40,2	-0,1
Чорнява	28,7	32,6	37,9	99,2	33,1	-7,2
Романтика (озима)	38,4	42,5	45,8	126,7	42,2	1,9
Софія	43,5	55	51,8	150,3	50,1	9,8
Вікторія	41,8	51,0	49,2	142,0	47,3	7,0
	620,2	706,4	759,2	2085,8	40,9	

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				F _ф	F ₀₅
<i>Загальна</i>	1593,1	50			
<i>Погоди</i>	579,2	2			
<i>Варіантів</i>	749,3	16	46,8	5,7	1,97
<i>Інші</i>	264,6	32	8,3		
<i>Точність дослідю</i>		$S_{x\%} =$	4,1%	$t_{05} =$	2,04
<i>Найменша істотна різниця</i>		$HP_{05} =$	4,78		

Додаток В.10

Результати дисперсійного аналізу вмісту лінолевої кислоти (%) в насінні
досліджуваних видів гірчиці (СНАУ, 2020–2022 рр.)

Дисперсійний аналіз (однофакторний)

L	P	N	K			
17	3	51	16816,89			
Варіанти	Повторення, P			Сума	Середнє	Різниця
	2021	2022	2023			
Біла принцеса	13,9	14,4	14,3	42,6	14,2	-
Еталон	13,9	15,0	16,0	44,9	15,0	0,8
Запоріжанка	15,7	14,8	15,8	46,3	15,4	1,2
Ослава	13,7	14,4	14,5	42,6	14,2	0,0
Підпечерецька	15,0	14,3	16,0	45,3	15,1	0,9
Талісман	14,9	15,1	16,2	46,2	15,4	1,2
Деметра	14,6	22,0	25,1	61,7	20,6	6,4
Мрія	21,1	15,1	23,9	60,1	20,0	5,8
Пріма	22,9	23,8	22,5	69,2	23,1	8,9
Ретро	21,1	15,1	23,9	60,1	20,0	5,8
Роксолана	18,2	23,2	34,1	75,5	25,2	11,0
Росава	14,4	22,5	23,7	60,6	20,2	6,0
Феліція	23,0	23,3	22,8	69,1	23,0	8,8
Чорнява	16,6	18,9	21,2	56,7	18,9	4,7
Романтика (озима)	15,1	17,5	17,9	50,5	16,8	2,6
Софія	17,0	16,2	16,4	49,6	16,5	2,3
Вікторія	14,0	15,2	15,9	45,1	15,0	0,8
	285,1	300,8	340,2	926,1	18,2	

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				F _ф	F ₀₅
<i>Загальна</i>	930,4	50			
<i>Погоди</i>	94,8	2			
<i>Варіантів</i>	583,8	16	36,5	4,6	1,97
<i>Інші</i>	251,8	32	7,9		
<i>Точність дослідження</i>		$S_x\% =$	8,9%	$t_{05} =$	2,04
<i>Найменша істотна різниця</i>		$HP_{05} =$	4,67		

Додаток В.11

**Результати дисперсійного аналізу вмісту ліноленової кислоти (%) в
насінні досліджуваних видів гірчиці (СНАУ, 2020–2022 рр.)**

Дисперсійний аналіз (однофакторний)

L	P	N	K			
17	3	51	4543,85			
Варіанти	Повторення, P			Сума	Середнє	Різниця
	2021	2022	2023			
Біла принцеса	7,17	5,93	6,46	19,6	6,5	-
Еталон	6,5	6,9	8,2	21,6	7,2	0,7
Запоріжанка	8,4	7,1	7,8	23,3	7,8	1,2
Ослава	7,09	6,38	6,39	19,9	6,6	0,1
Підпечерецька	7,4	6,3	8,6	22,3	7,4	0,9
Талісман	7,5	6,8	7,3	21,6	7,2	0,7
Деметра	7	11,5	14,3	32,8	10,9	4,4
Мрія	12,3	12	14,1	38,4	12,8	6,3
Пріма	12,85	12,81	11,67	37,3	12,4	5,9
Ретро	12,7	12,1	14,6	39,4	13,1	6,6
Роксолана	11	12,3	13,4	36,7	12,2	5,7
Росава	6,7	12,1	13,5	32,3	10,8	4,2
Феліція	12,72	12,68	11,24	36,6	12,2	5,7
Чорнява	8,5	11,1	12,4	32,0	10,7	4,1
Романтика (озима)	6,2	6,4	6,9	19,5	6,5	0,0
Софія	9	8,4	8,5	25,9	8,6	2,1
Вікторія	7,1	6,8	8,3	22,2	7,4	0,9
	150,1	157,6	173,7	481,4	9,4	

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				F _ф	F ₀₅
<i>Загальна</i>	385,4	50			
<i>Погоди</i>	17,0	2			
<i>Варіантів</i>	305,2	16	19,1	9,7	1,97
<i>Інші</i>	63,2	32	2,0		
<i>Точність досліду</i>		$S_{x\%} =$	8,6%	$t_{05} =$	2,04
<i>Найменша істотна різниця</i>		$NIIP_{05} =$	2,34		

Додаток В.12

**Результати дисперсійного аналізу вмісту пальмитинової кислоти (%) в
насінні досліджуваних видів гірчиці (СНАУ, 2020–2022 рр.)**

Дисперсійний аналіз (однофакторний)

L	P	N	K			
17	3	51	662,1846			
Варіанти	Повторення, P			Сума	Середнє	Різниця
	2021	2022	2023			
Біла принцеса	1,46	1,76	1,84	5,1	1,7	-
Еталон	3,7	3,9	3,7	11,3	3,8	2,1
Запоріжанка	3,4	3,9	3,7	11,0	3,7	2,0
Ослава	3,62	3,96	3,99	11,6	3,9	2,2
Підпечерецька	3,6	3,8	3,6	11,0	3,7	2,0
Талісман	3,5	3,9	3,9	11,3	3,8	2,1
Деметра	3,6	3,5	3,8	10,9	3,6	1,9
Мрія	3,1	4	3,6	10,7	3,6	1,9
Пріма	3,56	3,54	3,87	11,0	3,7	2,0
Ретро	3,4	3,5	4,1	11,0	3,7	2,0
Роксолана	2,6	3,6	3,5	9,7	3,2	1,5
Росава	3,6	3,4	3,7	10,7	3,6	1,9
Феліція	3,53	3,49	4,05	11,1	3,7	2,0
Чорнява	3,8	3,3	3,8	10,9	3,6	1,9
Романтика (озима)	3,61	3,69	4,7	12,0	4,0	2,3
Софія	3,8	4,1	4,3	12,2	4,1	2,4
Вікторія	3,9	4,3	4,2	12,4	4,1	2,4
	57,8	61,6	64,4	183,8	3,6	

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				F _ф	F ₀₅
<i>Загальна</i>	17,1	50			
<i>Погоди</i>	1,3	2			
<i>Варіантів</i>	13,8	16	0,9	14,2	1,97
<i>Інші</i>	1,9	32	0,1		
<i>Точність досліду</i>		$S_{x\%} =$	3,9%	$t_{05} =$	2,04
<i>Найменша істотна різниця</i>		$HP_{05} =$	0,41		

Додаток В.13

**Результати дисперсійного аналізу вмісту стеаринової кислоти (%) в
насінні досліджуваних видів гірчиці (СНАУ, 2020–2022 рр.)**

Дисперсійний аналіз (однофакторний)

L	P	N	K			
17	3	51	93,2177			
Варіанти	Повторення, P			Сума	Середнє	Різниця
	2021	2022	2023			
Біла принцеса	1,46	1,76	1,84	5,1	1,7	-
Еталон	1,6	1,5	1,4	4,5	1,5	-0,2
Запоріжанка	1,6	1,6	1,4	4,6	1,5	-0,2
Ослава	1,48	1,59	1,74	4,8	1,6	-0,1
Підпечерецька	1,4	1,6	1,4	4,4	1,5	-0,2
Талісман	1,4	1,5	1,5	4,4	1,5	-0,2
Деметра	1,6	1,1	0,9	3,6	1,2	-0,5
Мрія	0,9	1,5	0,8	3,2	1,1	-0,6
Пріма	1,04	1,12	1,12	3,3	1,1	-0,6
Ретро	1	1,1	1	3,1	1,0	-0,7
Роксолана	0,7	1,1	0,7	2,5	0,8	-0,9
Росава	1,6	1,1	0,9	3,6	1,2	-0,5
Феліція	1,08	1,01	1,28	3,4	1,1	-0,6
Чорнява	1,4	1	1	3,4	1,1	-0,6
Романтика (озима)	1,4	1,61	1,72	4,7	1,6	-0,1
Софія	1,4	2,2	1,7	5,3	1,8	0,1
Вікторія	1,7	1,7	1,7	5,1	1,7	0,0
	22,8	24,1	22,1	69,0	1,4	

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				F _ф	F ₀₅
<i>Загальна</i>	5,4	50			
<i>Погоди</i>	0,1	2			
<i>Варіантів</i>	3,8	16	0,2	5,0	1,97
<i>Інші</i>	1,5	32	0,0		
<i>Точність досліду</i>		$S_{x\%} =$	9,3%	$t_{05} =$	2,04
<i>Найменша істотна різниця</i>		$HP_{05} =$	0,36		

Додаток В.14

**Результати дисперсійного аналізу вмісту ерукової кислоти (%) в насінні
досліджуваних видів гірчиці (СНАУ, 2020–2022 рр.)**

Дисперсійний аналіз (однофакторний)

L	P	N	K				
17	3	51	16,86763				
Варіанти	Повторення, P			Сума	Середнє	Різниця	
	2021	2022	2023				
Біла принцеса	0,50	0,77	0,38	1,7	0,6	-	
Еталон	0,44	0,40	0,50	1,3	0,4	-0,1	
Запоріжанка	0,59	0,42	0,44	1,5	0,5	-0,1	
Ослава	0,53	0,77	0,35	1,7	0,6	0,0	
Підпечерецька	0,53	0,38	0,57	1,5	0,5	-0,1	
Талісман	0,55	0,38	0,37	1,3	0,4	-0,1	
Деметра	0,51	0,74	0,66	1,9	0,6	0,1	
Мрія	0,88	0,56	0,76	2,2	0,7	0,2	
Пріма	0,75	0,66	0,61	2,0	0,7	0,1	
Ретро	0,79	0,76	0,64	2,2	0,7	0,2	
Роксолана	0,93	0,74	0,74	2,4	0,8	0,3	
Росава	0,48	0,80	0,68	2,0	0,7	0,1	
Феліція	0,76	0,67	0,57	2,0	0,7	0,1	
Чорнява	0,79	0,75	0,61	2,2	0,7	0,2	
Романтика (озима)	0,45	0,48	0,38	1,3	0,4	-0,1	
Софія	0,53	0,32	0,31	1,2	0,4	-0,2	
Вікторія	0,42	0,39	0,34	1,2	0,4	-0,2	
	10,4	10,0	8,9	29,3	0,6		

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				F _ф	F ₀₅
<i>Загальна</i>	1,4	50			
<i>Погоди</i>	0,1	2			
<i>Варіантів</i>	0,9	16	0,1	4,3	1,97
<i>Інші</i>	0,4	32	0,0		
<i>Точність дослідю</i>		$S_x\% =$	11,4%	$t_{05} =$	2,04
<i>Найменша істотна різниця</i>		$HP_{05} =$	0,19		

Додаток Д.1

Економічна ефективність вирощування різних видів гірчиці (ННБК, СНАУ, 2022 р)

Сорт	урожайність, ц/га	оплата праці, грн	насіння	добрив	засобів захисту	пального	інші витрати	усього витрат	вартість валової продукції, грн	собівартість 1 ц, грн	прибуто к, грн/га	рентабельність, %
Біла принцеса	18,5	1031,5	890	11674	3070	7862	6132	30660	57350	1657,29	26690	87
Еталон	16,1	968,2	890	11674	3070	7517	6030	30149	49910	1872,58	19761	66
Запоріжанка	16,8	986,7	890	11674	3070	7617	6060	30298	52080	1803,43	21782	72
Ослава	17,5	1005,1	890	11674	3070	7718	6089	30447	54250	1739,82	23803	78
Підпечерецька	15,9	962,9	890	11674	3070	7488	6021	30106	49290	1893,45	19184	64
Талісман	16,5	978,8	890	11674	3070	7574	6047	30234	51150	1832,35	20916	69
Деметра	15,8	960,3	770	11674	3070	7473	5987	29935	55300	1894,60	25365	85
Мрія	16,1	968,2	770	11674	3070	7517	6000	29999	56350	1863,26	26351	88
Пріма	16,6	981,4	770	11674	3070	7589	6021	30105	58100	1813,56	27995	93
Ретро	16,2	970,8	770	11674	3070	7531	6004	30020	56700	1853,08	26680	89
Роксолана	14	912,8	770	11674	3070	7214	5910	29551	49000	2110,80	19449	66
Росава	13,8	907,5	770	11674	3070	7185	5902	29509	48300	2138,30	18791	64

Продовження Додатка Д.1

Сорт	урожайність, ц/га	оплата праці, грн	насіння	добрив	засобів захисту	пального	інші витрати	усього витрат	вартість валової продукції, грн	собівартість 1 ц, грн	прибуто к, грн/га	рентабельність, %
Феліція	16,7	984,0	770	11674	3070	7603	6025	30126	58450	1803,97	28324	94
Чорнява	13	886,4	770	11674	3070	7070	5868	29338	45500	2256,78	16162	55
Романтика (озима)	17,5	1107,8	770	11674	3070	8213	6209	31044	61250	1773,10	30953	97
Софія	14,5	926,0	890	11674	3070	7286	5962	29808	55100	2055,70	25292	85
Вікторія	13,3	894,3	890	11674	3070	7113	5910	29552	50540	2221,96	20988	71

Додаток Д.2

Енергетична ефективність вирощування різних видів гірчиці (ННБК, СНАУ, 2022 р)

сорт	Структура витрат, %							Розрахунок енергетичної ефективності, (Кее)									
	оплата пр.	насіння	добрива	засоби захисту	пальне	інші витр.	всього витрат	трактори і с.-г. маш.	добр.	пестициди	пальне	насіння	затрати праці	всього витрат	вихід енергії з урожаю, Мдж	затрати на 1 ц	Кее
Біла принцеса	3,36	2,90	38,08	10,01	25,64	20,00	100,00	1473	5147	1402	2135	146	1203	11506	30433	622	2,65
Еталон	3,21	2,95	38,72	10,18	24,93	20,00	100,00	1282	5147	1402	2055	146	1047	11078	26485	688	2,39
Запоріжанка	3,26	2,94	38,53	10,13	25,14	20,00	100,00	1337	5147	1402	2078	146	1092	11202	27636	667	2,47
Ослава	3,30	2,92	38,34	10,08	25,35	20,00	100,00	1393	5147	1402	2102	146	1138	11327	28788	647	2,54
Підпечерецька	3,20	2,96	38,78	10,20	24,87	20,00	100,00	1266	5147	1402	2048	146	1034	11042	26156	694	2,37
Талісман	3,24	2,94	38,61	10,15	25,05	20,00	100,00	1313	5147	1402	2068	146	1073	11149	27143	676	2,43
Деметра	3,21	2,57	39,00	10,26	24,97	20,00	100,00	1258	5147	1402	2044	90	1027	10968	25991	694	2,37
Мрія	3,23	2,57	38,92	10,23	25,06	20,00	100,00	1282	5147	1402	2055	90	1047	11022	26485	685	2,40
Пріма	3,26	2,56	38,78	10,20	25,21	20,00	100,00	1321	5147	1402	2071	90	1079	11111	27307	669	2,46
Ретро	3,23	2,56	38,89	10,23	25,09	20,00	100,00	1290	5147	1402	2058	90	1053	11040	26649	681	2,41
Роксолана	3,09	2,61	39,50	10,39	24,41	20,00	100,00	1114	5147	1402	1984	90	910	10647	23030	761	2,16

Продовження Додатку Д.2

сорт	оплата пр.	насіння	добрива	засоби захисту	пальне	інші витр.	усього витрат	трактори і с.-г. маш.	добр.	пестициди	пальне	насіння	затрати праці	всього витрат	вихід енергії з урожаєм, Мдж	Затрати на 1 ц	Кее
Росава	3,08	2,61	39,56	10,40	24,35	20,00	100,00	1098	5147	1402	1977	90	897	10612	22701	769	2,14
Феліція	3,27	2,56	38,75	10,19	25,24	20,00	100,00	1329	5147	1402	2075	90	1086	11129	27472	666	2,47
Чорнява	3,02	2,62	39,79	10,46	24,10	20,00	100,00	1035	5147	1402	1950	90	845	10469	21385	805	2,04
Романтика (озима)	3,32	2,54	38,53	10,13	25,48	20,00	100,00	1393	5147	1402	2102	90	1138	11271	28788	644	2,55
Софія	3,11	2,99	39,16	10,30	24,44	20,00	100,00	1154	5147	1402	2001	87	943	10733	23853	740	2,22
Вікторія	3,03	3,01	39,50	10,39	24,07	20,00	100,00	1059	5147	1402	1960	87	865	10519	21879	791	2,08

Додаток Е.1

Узгоджено

Проректор з наукової та міжнародної
діяльності

професор Данько Ю. І.

„вересень” 2022р.

Затверджую

Директор ФГ «Родина-2017»,
Білокінь В. О.

2022 р.

Акт впровадження

Результатів науково-дослідних і технологічних розробок

Замовник: Фермерське господарство «Родина-2017», Полтавська область,
Кобеляцький район, село Канава, вулиця Центральна, б. 1

Керівник організації (директор): Білокінь Віталій Олегович

Цим актом підтверджується, що результати роботи: Підбір сортів гірчиці
сарептської для вирощування в умовах Лівобережного Лісостепу України
(Полтавська область)

яка виконана аспірантом Сумського національного аграрного університету
Колоском Володимиром Григоровичем

впровадженні на землях Фермерського господарства «Родина-2017»,
Полтавська область, Кобеляцький район, село Канава, вулиця Центральна,
б. 1.

1. Вид впровадження результатів: Вивчали ефективність вирощування
гірчиці сарептської сортів Мрія, Ретро, Роксалона та Феліція.

Встановлено, що найбільш економічно вигідно вирощувати гірчицю
сарептську сорту **Феліція** (за максимального прибутку з одиниці площі
понад 27 тис. грн. та рівня рентабельності 88%).

2. Характеристика масштабу впровадження 30 га.

3. Новизна науково-дослідних робіт: Вперше в умовах Лівобережного
Лісостепу України (Полтавська область) встановлена найвища
ефективність вирощування сорту Феліція.

Продовження Додатка Е.1

4. Впроваджені: у сільськогосподарське виробництво Фермерського господарства «Родина-2017», Полтавська область, Кобеляцький район.

5. Річний економічний ефект (додатковий прибуток в порівнянні з варіантами де вирощували сорт Мрія – 3350 грн/га):

очікуваний – 95 тис. грн.

фактичний – 100,5 тис. грн.

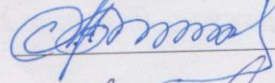
6. Питома економічна ефективність впровадження: чистий прибуток на 1 гектар посіву - 27320 грн.; розрахунковий рівень рентабельності – 88 %.

7. Соціально-науковий ефект: зростання об'єму сировини для оліє жирового комплексу та харчової промисловості, покращення фінансово економічного стану агропромислового комплексу та працівників.

Цей акт завіряється гербовими печатками з боку Замовника і Виконавця

Від ВНЗ:

Завідувач науково-дослідною частиною
Сумського НАУ, к. е. н., доцент



Пасько О. В.

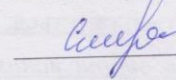
Виконавець, аспірант



Колосок В. Г.

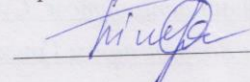
Від підприємства:

Головний бухгалтер



Смирнова В. В.

Відповідальний за впровадження,
агроном



Білокін В. О.

Розроблено відповідно до „Положення про науково-дослідні, дослідно - конструкторські та технічні роботи у вищих навчальних закладах”

Додаток Е.2

Узгоджено

Проректор з наукової та
міжнародної діяльності
д.с.н. професор Данько Ю. І.



„серпня” 2023р.

Затверджую

Директор ТОВ «ЛСК -11»,
Нагорнева Т. В.



„25” „серпня” 2023 р.

АКТ впровадження

Результатів науково-дослідних і технологічних розробок

Замовник: ТОВ «ЛСК -11», Сумська область, м. Лебедин, вул. Сумська, 94

Керівник організації (директор): Нагорнева Тетяна Володимирівна

Цим актом підтверджується, що результати роботи: Ефективність застосування регуляторів росту за вирощування гірчиці білої сорту Біла принцеса

яка виконана аспірантом Сумського національного аграрного університету Колоском Володимиром Григоровичем

впровадженні на землях ТОВ «ЛСК -11», Сумський район, Сумська область.

1. Вид впровадження результатів: Вивчали ефективність вирощування гірчиці білої сортів Біла принцеса, Еталон, Запоріжанка, Підпечерецька, Ослава.

Встановлено, що найбільш економічно вигідно вирощувати гірчицю білу сорту Біла принцеса (за максимального прибутку з одиниці площі понад 25 тис. грн. та рівня рентабельності 85%).

2. Характеристика масштабу впровадження 34 га.

3. Новизна науково-дослідних робіт: Вперше в умовах північного Лісостепу України (Сумський район, Сумська область) встановлена найвища ефективність вирощування сорту Біла принцеса.

4. Впроваджені: у сільськогосподарське виробництво ТОВ «ЛСК -11», Сумська область, м. Лебедин, вул. Сумська, 94.

Продовження Додатка Е.2

5. Річний економічний ефект (додатковий прибуток в порівнянні з варіантами де вирощували сорт Еталон - 6929 грн/га):

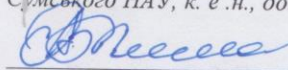
6. Питома економічна ефективність впровадження: чистий прибуток на 1 гектар посіву - 25350 грн.; розрахунковий рівень рентабельності – 85 %.

7. Соціально-науковий ефект: зростання об'єму сировини для оліє жирового комплексу та харчової промисловості, покращення фінансово економічного стану агропромислового комплексу.

Цей акт завіряється гербовими печатками з боку Замовника і Виконавця

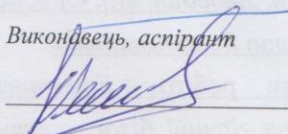
Від ВНЗ:

Завідувач науково-дослідною частиною
Сумського НАУ, к. е. н., доцент



Пасько О. В.

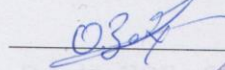
Виконавець, аспірант



Колосок В. Г.

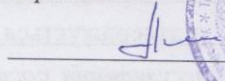
Від підприємства:

Головний бухгалтер



Захарченко О.О.

Відповідальний за впровадження,
агроном



Новак С. І.

Розроблено відповідно до „Положення про науково-дослідні, дослідно-конструкторські та технічні роботи у вищих навчальних закладах”