

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

на правах рукопису

АЛІ ШАХІД

УДК 631.5: 631.8:633.34

**СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ
ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ВИСІВУ ТА МІНЕРАЛЬНОГО
ЖИВЛЕННЯ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ
УКРАЇНИ**

Спеціальність: 06.01.09 – рослинництво

Дисертація

на здобуття наукового ступеня

кандидата сільськогосподарських наук

Науковий керівник:

МЕЛЬНИК Андрій Васильович,

доктор с.-г. наук, професор,

академік ВШ АН

Суми – 2021

АНОТАЦІЯ

Алі Шахід. Сортові особливості формування продуктивності гірчиці білої залежно від норм висіву та мінерального живлення в умовах північно-східного Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 «Рослинництво». – Сумський національний аграрний університет, Міністерство освіти і науки України, Суми, 2021.

Обґрунтування вибору теми дослідження. Гірчиця є культурою багатовекторного промислового значення завдяки різноманітному використанню. Основною метою виробництва гірчиці є отримання харчової олії, гірчичного порошку і зеленого корму для тварин. У насінні гірчиці міститься 40–48 % високоякісної олії, придатної для харчових і технічних цілей. Крім того, у насінні гірчиці міститься 0,5–1,7 % ефірної олії. Леткі олії у гірчичному насінні гальмують ріст деяких дріжджів, плісняви та бактерій, що дає змогу використовувати гірчицю як природний консервант і подовжувати термін зберігання готових продуктів харчування.

Водночас слід наголосити на відсутності регіональної технології вирощування гірчиці білої. Одним із найважливіших елементів сучасної технології вирощування є забезпечення раціональних режимів живлення рослин, яке досягається за рахунок ефективних норм добрив та висіву насіння. Отже, виявлення оптимальних норм внесення добрив та висіву насіння є важливим і актуальним питанням, яке не вивчалось в умовах північно-східного Лісостепу України.

Наукова новизна одержаних результатів. *Уперше* в умовах північно-східного Лісостепу України проведені дослідження щодо виявлення особливостей формування врожаю сучасних сортів гірчиці білої. Визначено

вплив норм мінеральних добрив та висіву насіння на формування продуктивності. *Оптимізовано* технологію вирощування сучасних сортів гірчиці білої для умов північно-східного Лісостепу України. *Набули подальшого розвитку* питання впливу погодних умов на особливості росту, розвитку, формування фітомаси, фотосинтетичної активності, показники продуктивності, якості насіння, збору олії залежно від сорту, норм мінеральних добрив та норм висіву насіння за вирощування гірчиці білої. *Обґрунтовано* економічну та енергетичну ефективність вирощування гірчиці білої за оптимізованою технологією.

Практичне значення одержаних результатів. Виробництву рекомендовано оптимізовану до умов північно-східного Лісостепу України технологію вирощування гірчиці білої, що забезпечує врожай насіння на рівні 1,91–2,32 т/га. Основні елементи досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджені в господарствах Сумської та Полтавської областей, зокрема в ФГ «Соловей Р. В.» та ТОВ «Полтава-Сад» на загальній площі 45 га. Підтверджено їх ефективність, а саме: умовно-чистий прибуток – 1532–2120 грн/га; рентабельність виробництва – 87,7–110,5 %.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової проблеми щодо оптимізації технології вирощування гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України. В основу технології покладено вивчення таких факторів, як норми висіву насіння та мінеральних добрив з урахуванням біологічних особливостей сучасних сортів гірчиці білої (Біла принцеса, Еталон, Запоріжанка, Ослава).

Узагальнено результати досліджень вітчизняних та закордонних науковців щодо визначення оптимальних норм висіву насіння та ефективності застосування мінеральних добрив. Доведено, що за сучасних тенденцій зміни кліматичних умов та з появою нових високоадаптивних сортів назріло питання оптимізації технології вирощування гірчиці білої для північно-східного Лісостепу України.

Аналіз погодних умов за рівнем зволоження виявив, що період вегетації 2016 року був вологим ($K_c=1,1$), зокрема найбільша кількість опадів випала у травні ($K_c=1,6$) та у серпні ($K_c=1,2$). 2017 рік був посушливим, але з умовами, близькими до звичайних ($K_c=-0,8$), найбільшу нестачу опадів спостерігали у квітні ($K_c=-1,3$) та червні ($K_c=-1,3$). Умови періоду вегетації 2018 року були посушливі та відрізнялися від середніх багаторічних ($K_c=-1,0$). Найбільшим дефіцитом вологи характеризувалися липень ($K_c=-1,3$) та серпень ($K_c=-1,0$).

У середньому за роки досліджень період вегетації у сорту Біла принцеса становив 92 доби, у сорту Ослава – 87 та Запоріжанка – 87 діб, у сорту Еталон – 84 доби. Застосування добрив сприяло збільшенню періоду вегетації у сортів у середньому на 4 доби, тоді як за збільшення норми висіву період вегетації скорочувався в середньому на 1–2 доби на контрольному варіанті.

Висота рослин залежала від сортових особливостей, а також від досліджуваних елементів технології. Найвищого значення висота рослин набувала у фазу дозрівання на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$, з нормою висіву насіння 2,5 млн шт./га і становила у сорту Біла принцеса – 101,4 см, у сорту Ослава – 100,2 см, у сорту Запоріжанка – 98,7 см, у сорту Еталон – 95,1 см. Залежно від сорту, мінеральних добрив і норм висіву змінювалися показники зеленої маси. Максимальні показники були отримані у фазу цвітіння на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та за норми висіву насіння 2,5 млн шт./га, у сортів Біла принцеса – 36,40 т/га, Ослава – 33,12 т/га, Запоріжанка – 30,92 т/га, Еталон – 27,29 т/га. Це в подальшому сприяло отриманню високих показників сухої речовини у фазу дозрівання, у сорту Біла принцеса на рівні 12,83 т/га, Ослава – 11,67 т/га, Запоріжанка – 10,90 т/га, Еталон – 9,62 т/га.

З покращенням рівня мінерального живлення та норм висіву насіння зростали показники площі листової поверхні, визначені методом висічок за Ничипоровичем. Максимальні показники фіксували за норми добрив

$N_{90}P_{90}K_{90}$ та висіву насіння 2,5 млн шт./га. У середньому за сортами площа листкової поверхні становила у сорту Біла принцеса у фазу розетки – 12,1 тис. м²/га, у фазу бутонізації – 29,4 тис. м²/га, у фазу цвітіння – 43,5 тис. м²/га. У сорту Ослава у фазу розетки – 11,8 тис. м²/га, у фазу бутонізації – 28,7 тис. м²/га, у фазу цвітіння – 42,5 тис. м²/га відповідно. Найменшим значенням відмічався сорт Еталон, у фазу розетки площа листкової поверхні становила – 10,8 тис. м²/га, у фазу бутонізації – 26,3 тис. м²/га, у фазу цвітіння – 38,5 тис. м²/га.

Внесення добрив та збільшення норми висіву насіння підвищувало фотосинтетичний потенціал. Показник набував максимального значення на варіантах із нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та нормою висіву насіння 2,5 млн шт./га у міжфазний період бутонізація–цвітіння. У сортів Біла принцеса – 810,8 тис. м² діб/га, Ослава – 792,0 тис. м² діб/га, Запаріжанка – 755,3 тис. м² діб/га, Еталон – 721,5 тис. м² діб/га.

Визначений на спектрофотометрі УЛАБ 102 вміст хлорофілів *a* та *b* серед досліджуваних сортів варіював у межах від 1,22 до 2,00 в мг/г свіжої маси. Слід зазначити, що внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню вмісту хлорофілів *a* та *b* у листках гірчиці білої, тоді як збільшення норм висіву сприяло його зменшенню. Максимальні значення було отримано на варіантах із нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та нормою висіву насіння 1,0 млн шт./га. У сорту Біла принцеса – 2,00 мг/г, у сорту Ослава – 1,87 мг/г, у сорту Запоріжанка – 1,62 мг/г, у сорту Еталон – 1,60 мг/г.

Показники структури продуктивності рослин були максимальні на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та за норми висіву насіння 1,0 млн шт./га. Так, у сорту Біла принцеса були отримані найвищі показники кількості гілок I порядку – 6,2 шт. та кількості стручків – 124,1 шт. У сорту Ослава кількість гілок I порядку становила 6,0 шт, а кількість стручків при цьому – 112,3 шт. У сорту Запоріжанка кількість гілок I порядку становила 5,8 шт., а кількість стручків – 106,3 шт. У сорту Еталон максимальна кількість гілок становила 5,5 шт., а кількість стручків – 99,4 шт.

Установлено, що в умовах північно-східного Лісостепу України в середньому найбільшу індивідуальну продуктивність формували сорти Біла принцеса – 1,43 г/рослину. Дещо менший показник у сорту Ослава – 1,29 г/рослину. Рослини сорту Запоріжанка формують індивідуальну продуктивність на рівні 1,02 г/рослину. Найменші показники отримані у сорту Еталон – 0,96 г/рослину. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшує індивідуальну продуктивність в середньому за сортами на 25 %, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 36 %, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 38 %. Збільшення норм висіву зменшувало індивідуальну продуктивність рослин. Так, за норми висіву насіння 1,0 млн шт./га показник у середньому за сортами становив 1,80 г/рослину. За норми висіву 1,5 млн шт./га зменшувалась індивідуальна продуктивність до 1,27 г/рослину, а за норми 2,0 млн шт./га до 0,93 г/рослину. Найменше значення було отримане на варіанті з нормою висіву насіння 2,5 млн шт./га – 0,68 г/рослину.

У середньому за роки досліджень найбільшу урожайність формували сорти Біла принцеса – 2,0 т/га. Сорти Ослава та Запоріжанка формували урожай на рівні 1,85 та 1,49 т/га відповідно. Найменший урожай отримано у сорту Еталон – 1,41 т/га. Максимальні показники урожайності формувалися на варіантах із нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та з нормою висіву насіння 1,5 млн шт./га у сортів Біла принцеса та Ослава і становили 2,45 та 2,18 т/га відповідно. Утім у сортів Запоріжанка та Еталон максимальні показники урожайності формувалися на варіанті з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та нормою висіву насіння 2,0 млн шт./га – 1,76 та 1,60 т/га відповідно. Слід зазначити, що найбільшу масу 1 000 шт. насінин формували сорти Біла принцеса – 5,19 г. Дещо менші показники були у сортів Ослава і Запоріжанка 5,12 та 4,67 г відповідно. Найменша маса 1 000 шт. насінин була у сорту Еталон – 4,38 г. Внесення добрив у середньому збільшувало показник на 0,17, тоді як збільшення норм висіву зменшувало масу 1 000 шт. у середньому на 0,23 г.

Визначений за допомогою інфрачервоного аналізатора Інфраскан 105 вміст олії в насінні був найвищий на контрольному варіанті у сорту Біла

принцеса – 31,6 %, Ослава – 29,9 %, Запоріжанка – 28,8 %, Еталон – 27,7 %. Внесення добрив та збільшення норм висіву насіння зумовили зменшення олійності насіння. Зазначимо, що максимальний збір олії було відмічено у сорту Біла принцеса – 0,63 т/га. Загальний збір олії на контрольному варіанті становив 0,40 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло збільшенню збору олії на 0,09 т/га. Максимальний збір олії забезпечило внесення добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 0,54 т/га, подальше внесення добрив не сприяло збільшенню збору олії. Найбільший збір олії відмічали за норми висіву насіння 1,5–2,0 млн шт./га – 0,52 і 0,50 т/га відповідно.

Аналіз отриманих розрахунків за вирощування гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України підтвердив, що вищенаведена культура є економічно та енергетично привабливою, про що свідчать отримані прибутки, рівні рентабельності та значення коефіцієнтів енергетичної ефективності.

Найбільші прибутки (15 399–15 635 грн/га) було отримано під час вирощування гірчиці білої сорту Біла принцеса за норми внесення мінерального живлення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та норми висіву 1,5 млн. шт. схожих насінин на 1 га. Водночас максимальний рівень рентабельності (146–155 %) було отримано в сорту Біла принцеса без внесення мінеральних добрив та норми висіву 1,0–1,5 млн шт. схожих насінин на 1 га.

Максимальні значення коефіцієнта енергетичної ефективності ($K_{ee} = 4,01–4,73$) абсолютно для всіх сортів, що досліджувались, забезпечували такі фактори, як відсутність мінерального живлення та норми висіву 1,5 млн шт. схожих насінин на одиницю площі.

Ключові слова: гірчиця біла, сорти, норми добрив, норми висіву насіння, ріст та розвиток, продуктивність, вміст жиру, економічна та енергетична ефективність.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Мельник А. В., Куцегуб Г. О., Жердецька С. В., Алі Ш. Вплив регуляторів росту на продуктивність гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми. 2015. № 9. С. 173–175. (Особистий внесок – брав участь у підготовці статті, участь автора – 25 %).
2. Жердецька С. В., Мельник А. В., Шабір Г., Алі Ш. Урожайність гірчиці залежно від погодно-кліматичних умов північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми. 2016. № 2. С. 127–130. (Особистий внесок – проведення польового дослідження, узагальнення експериментальних даних, участь автора – 25 %).
3. Мельник А. В., Жердецька С. В., Алі Ш., Шабір Г. Видові особливості формування зеленої маси гірчиці в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. Харків. 2017. № 2. С. 79–83. (Особистий внесок – проведення польового дослідження, узагальнення експериментальних даних та підготовка статті, участь автора – 30 %).
4. 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. (Особистий внесок – планування та проведення польового дослідження, узагальнення експериментальних даних та підготовка статті, участь автора – 100 %).
5. Мельник А. В., Жердецька С. В., Алі Ш., Шабір Г., Бутенко С. О. Вплив позакореневого підживлення на продуктивність гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми. 2019. № 3. (37). С. 24–29. (Особистий внесок – проведення польового дослідження, узагальнення експериментальних даних та підготовка статті, участь автора – 25 %).

6. 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. (Особистий внесок – планування та проведення польового дослідження, узагальнення експериментальних даних та підготовка статті, участь автора – 100 %).

Статті в наукових виданнях інших держав:

7. Мельник А. В., Жердецька С. В., Алі Ш., Шабір Г. Состояние и перспективы выращивания масличных культур на Украине в условиях изменения климата. *Международный научный журнал «Наука и мир»*. Волгоград. 2015. № 10. С. 113–116. (Особистий внесок – пошук інформації та підготовка статті – участь автора – 25 %).

8. 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-steppe of Ukraine. *AgroFor International Journal*. Vol. 4. Issue No. 1. 2019. P. 93–12. (Особистий внесок – планування та проведення польового дослідження, узагальнення експериментальних даних та підготовка тези, участь автора – 25 %).

Тези наукових доповідей:

9. Стан та перспективи вирощування олійних культур в Лівобережному Лісостепу України за умов зміни клімату. *Перспективи та стратегія адаптивного і ресурсозберігаючого вирощування олійних культур в умовах зміни клімату*: збірник тез міжнародної наукової інтернет-конференції, 30 жовтня 2015 р. /Мельник А. В., Романько Ю. О., Жердецька С. В., Алі Ш., Макарчук А. В., Акуаку Дж. Запоріжжя, 2015. С. 107–108. (Особистий внесок – аналіз метеорологічних умов та підготовка тези, участь автора – 17 %).

10. Мельник А. В., Жердецька С. В., Алі Ш. Вплив регуляторів росту на морфологічні параметри гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу

України. *Природне агровиробництво в Україні: Проблеми становлення, перспективи розвитку* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 22–23 жовтня 2015. Дніпропетровськ : РВВ ДДАЕУ, 2015. 393 с. (Особистий внесок – узагальнення експериментальних даних та підготовка тези, участь автора – 30 %).

11. Мельник А. В., Жердецька С. В., Шабір Г., Алі Ш. Вплив погодно-кліматичних умов на продуктивність гірчиці сизої та білої в північно-східному Лісостепу України. *Гончарівські читання* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 88-річчю з Дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича, 26–27 травня 2016 р. Суми, 2016. С. 63–64. (Особистий внесок – проведення польового дослідження, узагальнення експериментальних даних та підготовка тези, участь автора – 30 %).

12. Shubbir G., Ali Shahid, Melnyk A. Growth performance of some Brassica varieties for forage production under three salinity levels of irrigati on water : 2nd International Balkan Agriculture Congress to be held at Namık Kemal University, Tekirdağ, Turkey from 16–18 May 2017. P. 165. (Особистий внесок – узагальнення експериментальних даних та підготовка тези, участь автора – 30 %).

13. Мельник А. В., Жердецька С. В., Алі Ш. Особливості формування зеленої маси різних видів гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України. *Ефективність використання екологічного аграрного виробництва* : зб. тез Міжнар. наук.-практ. конф., 2 листопада. Київ, 2017. С. 93–96. (Особистий внесок – планування та проведення польового дослідження, узагальнення експериментальних даних та підготовка тези, участь автора – 25 %).

14. Жердецька С. В., Алі Ш., Гулам Ш., Мельник А. В. Сучасні зміни агрометеорологічних факторів та врожайність гірчиці ярої в умовах північної частини лівобережного Лісостепу України. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти* : зб. тез Міжнар. наук.-

практ. конф., 13–14 березня. Київ, 2018. С. 102–104. (Особистий внесок – планування та проведення польового дослідження, узагальнення експериментальних даних та підготовка тези, участь автора – 30 %).

15. Жердецька С. В., Алі Ш., Шабір Г. Вплив норм висіву насіння на врожайність гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Гончарівські читання* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конференції, присвяченої 88-річчю з Дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича, 24–25 травня 2019 р. Суми, 2019. С. 106–107. (Особистий внесок – проведення лабораторного дослідження, узагальнення отриманих результатів та підготовка тези, участь автора – 25 %).

16. Мельник Т. І., Алі Ш., Колосок В. Г. Продовольча цінність гірчиної олії залежно від хімічного складу насіння. *Гончарівські читання*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 90-річчю з Дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича, 25–26 травня 2020 р. Суми, 2020. С. 89–90. (Особистий внесок – проведення лабораторного дослідження, узагальнення отриманих результатів та підготовка тези, участь автора – 25 %).

ANNOTATION

Ali Shahid. Varietal features of white mustard performance formation depending on sowing and mineral nutrition rates under the conditions of the northeastern Forest Steppe of Ukraine. – Manuscript.

Thesis for a Candidate Degree in Agricultural Sciences (PhD): Specialty 06.01.09 «Crop Production». – Sumy National Agrarian University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Sumy, 2021.

The rationale for choosing a research topic. Mustard is a crop of multi-vector industrial significance due to its diverse use. The main purpose of mustard production is to obtain edible oil, mustard powder, and green animal forage. Mustard seeds contain 40-48% of high-quality oil suitable for food and technical purposes. Besides, mustard seeds contain 0.5-1.7% of essential oil. Volatile oils contained in mustard seeds inhibit the growth of some yeasts, molds, and bacteria, which allows using mustard as a natural preservative and extends the shelf life of finished foods.

At the same time, a lack of regional technology for growing white mustard should be noted. One of the most important elements of modern cultivation technology is to ensure rational plant nutrition, which is achieved by effective rates of fertilizers and seed sowing. Thus, the identification of optimal rates of fertilizer application and sowing of seeds is an important and relevant issue that has not been studied in the northeastern Forest Steppe of Ukraine.

The scientific novelty of the obtained results. For the first time, under the conditions of the northeastern Forest Steppe of Ukraine, the research on revealing features of formation of a crop of modern grades of white mustard has been carried out. The influence of mineral fertilizers and seed sowing rates on performance formation has been determined. The technology of growing modern varieties of white mustard for the conditions of the northeastern Forest Steppe of Ukraine has been optimized. The issue of the influence of weather conditions on the

peculiarities of growth, development, the formation of phytomass, photosynthetic activity, performance indicators, seed quality, and oil collection depending on the variety, rates of mineral fertilizers, and sowing rates of seeds for growing white mustard has been further developed. The economic and energy efficiency of growing white mustard using the optimized technology has been substantiated.

The practical significance of the obtained results. The production is recommended to use the technology of growing white mustard optimized for the conditions of the northeastern Forest Steppe of Ukraine, which provides the seed yield at the level of 1.91–2.32 t / ha. The main elements of the research were tested and implemented on the farms of Sumy and Poltava regions, in particular in FG «Nightingale RV» farm enterprise and “Poltava-Garden” Ltd on a total area of 45 hectares. Their efficiency was confirmed, namely: net operating profit – 1532–2120 UAH / ha; production profitability – 87.7–110.5%.

The thesis presents a theoretical generalization and a new solution to the scientific problem of optimizing the technology of growing white mustard under conditions of the northeastern Forest Steppe of Ukraine. The technology is based on the study of such factors as seeding and mineral fertilizer rates, taking into account the biological characteristics of modern varieties of white mustard (Bila Pryntsesa, Etalon, Zaporizhanka, and Oslava).

The results of research of domestic and foreign scientists on determining optimum norms of sowing seeds and the efficiency of mineral fertilizers' application have been generalized. It has been proved that with the current trends of climate change and the emergence of new highly adaptive varieties, the obvious issue of optimizing the technology of growing white mustard for the northeastern Forest Steppe of Ukraine.

The analysis of weather conditions by the level of humidity revealed that the growing season in 2016 was wet ($K_c = 1.1$), in particular, the greatest amount of precipitation fell in May ($K_c = 1.6$) and in August ($K_c = 1.2$). The year 2017 was dry, but with conditions close to normal ($K_c = -0.8$), the greatest lack of precipitation was observed in April ($K_c = -1.3$) and June ($K_c = -1.3$). The

conditions of the growing period of 2018 were arid and differed from the average perennial ($K_c = -1.0$). The largest moisture deficits were typical for July ($K_c = -1.3$) and August ($K_c = -1.0$).

On average, over the years of research, the growing season of the Bila Pryntsesa variety was 92 days, the Oslava and Zaporizhanka varieties – 87 days, the Etalon variety – 84 days. The use of fertilizers helped increase the growing season of varieties by an average of 4 days, while with increasing a sowing rate, the growing season was reduced by an average of 1-2 days in the control.

The height of the plants depended on the varietal characteristics, as well as on the studied elements of technology. The height of plants acquired the highest value in the ripening phase in the variant at the fertilizer rate of $N_{90}P_{90}K_{90}$ at the sowing seeds rate of 2.5 million pieces/ha and in the variety of Bila Pryntsesa it was 101.4 cm, in the variety of Oslava – 100.2 cm, in the variety of Zaporizhanka – 98.7 cm, and in the variety of Etalon – 95.1 cm. Depending on the variety, mineral fertilizers, and seeding rates, the indicators of green mass changed. The maximum values were obtained in the flowering phase in the variant at the fertilizer rate of $N_{90}P_{90}K_{90}$ and the seeding rate of 2.5 million units / ha, in the varieties Bila Pryntsesa it was 36.40 t / ha, Oslava – 33.12 t / ha, Zaporizhanka – 30.92 t / ha, and Standard – 27.29 t / ha. Further, this contributed to obtaining high levels of dry matter in the ripening phase in the variety of Bila Pryntsesa at the level of 12.83 t / ha, Oslava – 11.67 t / ha, Zaporizhanka – 10.90 t / ha, and Standard – 9.62 t / ha.

The improvement of the level of mineral nutrition and seeding rates increased of indicators of the leaf surface area determined by the Nychyporovych cutting method. The maximum values were recorded at the fertilizer rate of $N_{90}P_{90}K_{90}$ and the seeding rate of 2.5 million units / ha. The average leaf area was observed according to the varieties as follows: the Bila Pryntsesa variety in the rosette phase – 12.1 thousand m^2 / ha, in the budding phase – 29.4 thousand m^2 / ha, in the flowering phase – 43.5 thousand m^2 / ha; the Oslava variety in the rosette phase – 11.8 thousand m^2 / ha, in the budding phase – 28.7 thousand m^2 / ha, and

in the flowering phase – 42.5 thousand m^2 / ha, respectively. The lowest value was observed in the variety of Etalon. In the rosette phase, its leaf surface area was 10.8 thousand m^2 / ha, in the budding phase – 26.3 thousand m^2 / ha, in the flowering phase – 38.5 thousand m^2 / ha.

Application of fertilizers and increasing the seeding rate increased the photosynthetic potential. The indicator gained the maximum value in the variants at the fertilizer rate of $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ and the seed sowing rate of 2.5 million units / ha in the interphase budding-flowering period. Bila Pryntsesa has 810.8 thousand m^2 per day / ha, Oslava – 792.0 thousand m^2 per day / ha, Zaporizhanka – 755.3 thousand m^2 per day / ha, Etalon – 721.5 thousand m^2 per day / ha.

The chlorophyll content *a* and *b* of the studied varieties determined on the ULAB 102 spectrophotometer varied in the range from 1.22 to 2.00 in mg / g of fresh weight. It is worth noting that the application of mineral fertilizers helped to increase the content of chlorophyll *a* and *b* in the leaves of white mustard, while the increase in seeding rates helped to reduce it. The maximum values were obtained for variants at the fertilizer rate of $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ and seed sowing rate of 1.0 million units / ha. The Bila Pryntsesa variety has 2.00 mg / g, in the Oslava variety – 1.87 mg / g, in the Zaporizhanka variety – 1.62 mg / g, in the Etalon variety – 1.60 mg / g.

Indicators of the structure of plant productivity were maximum in the variant at the fertilizer rate of $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ and the seeding rate of 1.0 million units / ha. Thus, the variety of Bila Pryntsesa obtained the highest number of branches of the first order – 6.2 pcs., and the number of pods – 124.1 pcs. In the Oslava variety, the number of first-order branches was 6.0, and the number of pods – 112.3. In the Zaporizhanka variety, the number of first-order branches was 5.8, and the number of pods – 106.3. In the variety of Etalon, the maximum number of branches was 5.5 pieces, and the number of pods – 99.4 pieces.

It has been established that under the conditions of the northeastern Forest Steppe of Ukraine the highest individual productivity on average was formed by the Bila Pryntsesa variety – 1.43 g / plant. Slightly lower values were in the variety

of Oslava –1.29 g / plant. Zaporizhanka plants formed individual performance at the level of 1.02 g / plant. The lowest values were obtained in the variety of Etalon – 0.96 g / plant. Fertilization at the rate of $N_{30}P_{30}K_{30}$ increases individual performance on average by 25% according to varieties, at the rate of $N_{60}P_{60}K_{60}$ by 36%, and the rate of $N_{90}P_{90}K_{90}$ by 38%. An increase in seeding rates reduced individual plant performance. Thus, at the rate of sowing seeds of 1.0 million units / ha, the average was 1.80 g / plant according to varieties. At the sowing rate of 1.5 million units / ha, individual performance decreased to 1.27 g / plant, and at the rate of 2.0 million units / ha – to 0.93 g / plant. The lowest value was obtained in the variant at the seeding rate of 2.5 million units / ha – 0.68 g / plant.

On average, over the years of the research, the highest yield capacity was formed by the Bila Pryntsesa variety – 2.0 t / ha. Oslava and Zaporizhanka varieties formed the yield of 1.85 and 1.49 t / ha, respectively. The lowest yield was obtained by the variety of Etalon – 1.41 t / ha. The maximum yield capacity was formed in the variants at the fertilizer rate of $N_{90}P_{90}K_{90}$ and the seed sowing rate of 1.5 million units / ha in the varieties of Bila Pryntsesa and Oslava and were 2.45 and 2.18 t / ha, respectively. Whereas, in the varieties of Zaporizhanka and Etalon, the maximum yield capacity was formed in the variant at the fertilizer rate of $N_{60}P_{60}K_{60}$ and the seed sowing rate of 2.0 million units / ha - 1.76 and 1.60 t / ha, respectively. It should be noted that the variety of Bila Pryntsesa formed the largest mass of 1000 pcs. of seeds – 5.19 g. Slightly lower values were in the varieties of Oslava and Zaporizhanka – 5.12 and 4.67 g, respectively. The smallest weight of 1000 pcs. of seeds was in the variety of Etalon – 4.38 g. The application of fertilizers increased the value by 0.17 g on average. While the increase in seeding rates reduced the weight of 1000 pcs. by 0.23 g on average.

The oil content in the seeds, which was determined using Infracan 105 infrared analyzer, was the highest in the control variant of the Bila Pryntsesa variety – 31.6%, Oslava – 29.9%, Zaporizhanka – 28.8%, Standard – 27.7%. The application of fertilizers and an increase in seed sowing rates led to a decrease in seed oil content. It should be noted that the maximum oil collection was observed

in the Bila Pryntsesa variety – 0.63 t / ha. The total oil collection in the control variant was 0.40 t / ha. Application of fertilizers at the rate of $N_{30}P_{30}K_{30}$ increased the oil collection by 0.09 t / ha. The maximum oil collection was ensured by the application of fertilizers at the rate of $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 0.54 t / ha, the subsequent fertilizer application did not increase the oil collection. The largest oil collection was observed at the seeding rates of 1.5–2.0 million units / ha – 0.52 and 0.50 t / ha, respectively.

The analysis of the calculations for the cultivation of white mustard in the northeastern Forest Steppe of Ukraine confirmed that the above-mentioned crop is attractive in terms of economy and energy, as indicated by the profits, profitability levels, and the values of energy efficiency ratios.

The largest profits (UAH 15,399–15,635 / ha) were obtained during the cultivation of Bila Pryntsesa white mustard at the rate of mineral nutrition of $N_{60}P_{60}K_{60}$ and the sowing rate of 1.5 million units of similar seeds per 1 ha. At the same time, the maximum level of profitability (146–155%) showed the Bila Pryntsesa variety without mineral fertilizers and the seeding rate of 1.0–1.5 million pieces of similar seeds per 1 ha.

The maximum values of the energy efficiency coefficient ($K_{ee} = 4.01–4.73$), for all studied varieties, were provided by such factors as the lack of mineral nutrition and the sowing rates of 1.5 million units of similar seeds per unit area.

Keywords: white mustard, varieties, fertilizer rates, seed sowing rates, growth and development, performance, oil content, economic and energy efficiency.

З М І С Т

ВСТУП		21
РОЗДІЛ 1.	СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ	26
1.1.	Гірчиця як компонент світового та українського олієжирового комплексу	26
1.2.	Видовий та сортовий асортимент гірчиці в Україні	32
1.3.	Вплив погодних умов на ріст та розвиток гірчиці	37
1.4.	Вплив норми висіву насіння на продуктивність гірчиці	42
1.5.	Ефективність застосування мінеральних добрив на посівах гірчиці	46
	Висновки до розділу 1	53
	Список використаних джерел до розділу 1	54
РОЗДІЛ 2.	УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	69
2.1.	Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень	69
2.2.	Погодні умови в роки проведення досліджень	70
2.3.	Об'єкт, схема та методика проведення досліджень	75
	Висновки до розділу 2	80
	Список використаних джерел до розділу 2	82
РОЗДІЛ 3.	РІСТ ТА РОЗВИТОК ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ, НОРМ ВИСІВУ ТА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ	84
3.1.	Тривалість періоду вегетації гірчиці білої залежно від сортових особливостей, норм висіву та мінеральних добрив	84
3.2.	Морфологічні параметри рослин гірчиці білої залежно від сортових особливостей, норм висіву та мінеральних добрив	90

		19
3.3.	Фотосинтетична активність рослин гірчиці білої залежно сортних особливостей, норм висіву та мінеральних добрив	106
	Висновки до розділу 3	123
	Список використаних джерел до розділу 3	125
РОЗДІЛ 4.	ПРОДУКТИВНІСТЬ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ, НОРМ ВИСІВУ ТА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ	128
4.1.	Кількість плодів у рослин гірчиці білої залежно від сортних особливостей, норм висіву та мінеральних добрив	128
4.2.	Індивідуальна продуктивність рослин гірчиці білої залежно від сортних особливостей, норм висіву та мінеральних добрив	133
4.3.	Урожайність гірчиці білої залежно від сортних особливостей, норм висіву та мінеральних добрив	135
4.4.	Якість насіння залежно від сортних особливостей, норм висіву та мінеральних добрив	140
4.5.	Збір олії залежно від сортних особливостей, норм висіву та мінеральних добрив	144
	Висновки до розділу 4	146
	Список використаних джерел до розділу 4	149
РОЗДІЛ 5.	ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ, НОРМ ВИСІВУ ТА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ	152
5.1.	Економічна ефективність вирощування гірчиці білої залежно від сортних особливостей, норм висіву та мінеральних добрив	152

	20
5.2. Енергетична ефективність вирощування гірчиці білої залежно від сортових особливостей, норм висіву та мінеральних добрив	158
Висновки до розділу 5	163
Список використаних джерел до розділу 5	165
ВИСНОВКИ	166
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	169
ДОДАТКИ	170

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Гірчиця є культурою багатовекторного промислового значення завдяки різноманітному використанню. Основною метою виробництва гірчиці є отримання харчової олії, гірничного порошку і зеленого корму для тварин. У насінні гірчиці міститься 40–48 % високоякісної олії, придатної для харчових і технічних цілей. Крім того, у насінні гірчиці міститься 0,5–1,7 % ефірної олії. Леткі олії у гірничному насінні гальмують ріст деяких дріжджів, плісняви та бактерій, що дає змогу використовувати гірчицю як природний консервант і продовжувати термін зберігання готових продуктів харчування.

Гірчиця широко відома як сидеральна культура, оскільки вона має унікальну властивість засвоювати важкодоступні форми поживних речовин із ґрунту та переводити їх у легкозасвоювані форми. Також гірчиця як сидерат приваблює аграріїв завдяки великій вегетативній масі, невибагливості рослини і фітосанітарним якостям, серед яких є кореневі виділення, які, як і поживні залишки, помітно впливають на зменшення нагромадження в ґрунті багатьох поширених захворювань (фітофтороз, ризоктоніоз, парша бульб, фузаріозні гнилі).

Збільшення посівних площ під такою перспективною культурою, як гірчиця, зумовлене незначними затратами, високим коефіцієнтом розмноження, що дає змогу господарствам отримувати значні прибутки. Поряд з цим сучасні зміни кліматичних умов обумовили розширення ареалу вирощування цієї культури на північ, зокрема в північно-східному Лісостепу України.

Водночас слід зазначити про відсутність регіональної технології вирощування гірчиці білої. Одним із найважливіших елементів сучасної технології вирощування є забезпечення раціональних режимів живлення рослин, яке досягається ефективними нормами добрив та висіву насіння. Отже, виявлення оптимальних норм внесення добрив та висіву насіння є

важливим і актуальним питанням, що не досліджувалось в умовах північно-східного Лісостепу України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Науково-дослідна робота виконана за завданнями тематичних планів та у рамках державної наукової теми Сумського національного аграрного університету на 2015–2019 рр. – «Оптимізація елементів технології вирощування гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України», державний реєстраційний номер 0115U001051.

Мета і завдання дослідження. Мета полягала в підвищенні продуктивності сортів гірчиці білої на основі встановлення особливостей росту, розвитку рослин, проходження продукційного процесу, визначення економічної та енергетичної ефективності виробництва залежно від норм мінеральних добрив та норми висіву насіння.

Відповідно до зазначеної мети були поставлені такі завдання:

- визначити показники росту і розвитку залежно від сортових особливостей гірчиці білої;
- провести оцінку ефективності впливу норм мінеральних добрив на продуктивність досліджуваних сортів гірчиці білої;
- визначити оптимальну норму висіву насіння та вплив її на продуктивність досліджуваних сортів гірчиці білої;
- провести економічну та енергетичну оцінку оптимізованої технології вирощування гірчиці білої.

Об'єкт дослідження – процес оптимізації формування продуктивності гірчиці білої залежно від сортових особливостей, досліджуваних елементів технології вирощування та погодних умов.

Предмет дослідження – сорти гірчиці білої вітчизняної селекції; норми мінеральних добрив та висіву насіння, погодні умови, економічна та енергетична ефективність досліджуваних елементів технології вирощування.

Методи дослідження. У процесі виконання роботи застосовували загальнонаукові (гіпотеза, аналіз, синтез, екстраполяція, узагальнення) та

спеціальні методи дослідження. Серед спеціальних методів використовували: візуальний метод – для проведення фенологічних спостережень за фазами росту і розвитку рослин гірчиці білої; вимірювально-ваговий – для визначення висоти, площі листової поверхні, фотосинтетичної активності (чистої продуктивності фотосинтезу, фотосинтетичного потенціалу), маси сирої та сухої речовини, структури врожаю гірчиці білої; хімічний – для визначення вмісту хлорофілів та жиру; математично-статистичні (дисперсійний, кореляційний) – для визначення вірогідності результатів і з'ясування залежностей між досліджуваними показниками; розрахунково-порівняльний – для встановлення економічної й енергетичної ефективності досліджуваних норм мінеральних добрив та висіву насіння гірчиці білої.

Наукова новизна одержаних результатів. *Уперше* в умовах північно-східного Лісостепу України проведені дослідження щодо виявлення особливостей формування врожаю сучасних сортів гірчиці білої. Визначено вплив норм мінеральних добрив та висіву насіння на формування продуктивності. *Оптимізовано* технологію вирощування сучасних сортів гірчиці білої для умов північно-східного Лісостепу України. *Набули подальшого розвитку* питання впливу погодних умов на особливості росту, розвитку, формування фітомаси, фотосинтетичної активності, показники продуктивності, якості насіння, збору олії залежно від сорту, норм мінеральних добрив та норм висіву насіння за вирощування гірчиці білої. *Обґрунтовано* економічну та енергетичну ефективність вирощування гірчиці білої за оптимізованою технологією.

Практичне значення одержаних результатів. Виробництву рекомендовано оптимізовану до умов північно-східного Лісостепу України технологію вирощування гірчиці білої, яка забезпечує врожай насіння на рівні 1,91–2,32 т/га. Основні елементи досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджені в господарствах Сумської та Полтавської областей, зокрема в ФГ «Соловей Р. В.» та ТОВ «Полтава-Сад» на загальній площі

45 га. Підтверджено їх ефективність, а саме: умовно-чистий прибуток – 1532–2120 грн/га; рентабельність виробництва – 87,7–110,5%.

Особистий внесок здобувача полягає у вивченні, узагальненні та систематизації відповідної літератури; виконанні всього обсягу експериментальної частини роботи, здійсненні узагальнення та математично-статистичної обробки даних, інтерпретації отриманих результатів, формулюванні висновків та публікації наукових праць. Усі наукові положення дисертаційної роботи, що виносяться на захист, опрацьовано автором за участю наукового керівника.

Апробація результатів дисертації. Результати дослідження дисертації оприлюднено та обговорено на: Міжнародній науковій Інтернет-конференції «Перспективи та стратегія адаптивного і ресурсозберігаючого вирощування олійних культур в умовах зміни клімату» (м. Запоріжжя, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Природне агровиробництво в Україні: Проблеми становлення, перспективи розвитку» (м. Дніпро, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Ефективність використання екологічного аграрного виробництва» (м. Київ, 2017 р.); на II Міжнародному Балканському аграрному Конгресі (Туреччина, м. Текірдаг, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти» (м. Київ, 2018 р.); Міжнародних науково-практичних конференціях «Гончарівські читання» (м. Суми, 2016, 2019, 2020 рр.).

Публікації. Основні положення дисертації викладено в 16 наукових працях, із них статей у фахових виданнях України – 6 (зокрема 4 – у тих, що входять до міжнародних наукометричних баз цитування); закордонних виданнях – 2; тез доповідей на міжнародних науково-практичних конференціях і семінарах – 8.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, практичних рекомендацій та списку використаних джерел і додатків. Матеріали роботи викладені на

201 сторінці друкованого тексту і містять 21 таблицю, 10 рисунків та 34 додатки. Список використаної літератури містить 240 джерел, із яких 26 латиницею.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ

1.1. Гірчиця як компонент світового та українського олійно-жирового комплексу

Олійно-жирова промисловість – потужна галузь харчової промисловості, що складається із взаємозв'язаних процесів переробки насіння олійних культур та виробництв олії, жирів, макухи і шротів, маргарину, майонезної продукції тощо. Як вихідну сировину названа промисловість використовує насіння олійних культур – соняшнику, льону, бавовнику, сої, гірчиці, арахісу, рапсу, коноплі тощо. У насінні цих культур міститься у середньому 35–40, а в найкращих сортах – понад 50 % олії. Макуха і шрот містять 30–35 % сирого протеїну і до 10 % жирів [1], що робить їх цінною кормовою сировиною для виробництва комбікормів.

Рослинні олії разом із тваринними жирами є важливими продуктами харчування людина і сировиною для промислового виробництва. Їх світове виробництво становить близько 90 млн т, зокрема близько 68 т рослинних олій, з яких 86 % споживається безпосередньо на харчові цілі або на корм тваринам, а 14 % для технічних цілей [2].

Ключовими виробниками олійних культур є країни ЄС, на частку яких припадає половина обсягів валових зборів у світі (30 % насіння ріпаку та 20 % насіння соняшнику). Також суттєві обсяги виробництва ріпаку припадають на Канаду і Китай – 23 % і 21 % відповідно. Практично увесь обсяг соєвих бобів виробляє три країни: США (33 %), Бразилія (30 %) і Аргентина (19 %). Лідерами у виробництві соняшнику є Україна (25 %), Росія (22 %) і країни ЄС (20 %). Ключовими виробниками плодів і насіння олійної пальми є Індонезія і Малайзія – 53 % і 31 % від світових обсягів [3].

Головне місце в ресурсах олійної сировини займають соєві боби. У загальному обсязі виробництва на частку сої припадає більше половини. Це

обумовлено тим, що при переробці сої можна отримати харчову олію та харчові білки, які переважно використовують для збагачення інших харчових продуктів. Соя – білково-олійна культура, що містить 20–28 % олії; застосовується для харчових і технічних цілей, використовується в кондитерській і хлібопекарній промисловості, а шрот і макуха – в комбікормовій. Завдяки високій якості зерна та вегетативній масі соя є однією з головних білково-олійних культур у світі. Її використовують у тваринництві, харчовій промисловості, техніці та медицині. ЮНЕСКО визначила сою як стратегічну харчову рослину через її високу харчову цінність та вміст білків. В Україні соєві боби є відносно новою культурою, їх вирощують в західному лісостепу, переважно в Черкаській і Вінницькій областях [4, 5].

До безумовних позитивних якостей сої належить її азотфіксуюча здатність, завдяки якій покращується структура ґрунту та ґрунт збагачується азотом. Деякі науковці вважають, що після вирощування сої приростає урожайності зернових досягає 4 ц/га [6]. За розрахунками, у США завдяки сої фіксується близько 5,3 млн т біологічного азоту, у Бразилії – 4 млн, в Аргентині – 2,8 млн, у Китаї – 1,6 млн тонн. У цих країнах вноситься менше азотних добрив під зернові й інші культури [7]. Соя користується попитом серед виробників сільськогосподарської продукції як прибуткова культура з найбільшою ринковою динамікою.

В Україні ріпак порівняно нова і ще багатьма недооцінена олійна культура. Сьогодні вона ще не має суттєвого впливу на ресурсний потенціал масложирової промисловості. Ріпак – друга в Україні олійна культура за площею посіву і валовим виробництвом. Ріпак є експортно-орієнтованим товаром, тому питома маса його внутрішнього споживання незначна. Основними споживачами ріпаку є експортери продукції [2].

Посівна площа ріпаку в світі постійно зростає; його вирощують в Індії, Китаї, Канаді та інших країнах. Основні райони виробництва озимого ріпаку в СНД – Лісостепова зона України, ярого ріпаку – північна частина

лісостепової зони України. Для кормових цілей озимий ріпак можна вирощувати майже у всіх районах степу, лісостепу і лісолуговій зоні країн СНД [8].

Основними перевагами ріпаку порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами є стабільний попит на нього, що спостерігається останніми роками, і високий рівень закупівельних цін. Світове аграрне виробництво щорічно збільшує площі під вирощування ріпаку. Збільшення виробництва і споживання ріпаку приведе до підвищення світової торговельної активності. Зараз ріпак займає більше 12 % у світовій структурі експорту олійних культур, поступаючись лише соєвим бобам. У разі широкого запровадження виробництва ріпаку в сучасних агротехнологіях необхідно враховувати його негативний вплив на родючість ґрунтів. Економічне значення ріпаку до кінця ХХ століття суттєво зросло у зв'язку з тим, що його почали використовувати для отримання біодизелю [9].

Пальмову олію виготовлюють з плодів олійної пальми. Плоди червоно-рожевого кольору, багаті каротиноїдами і пальмітиною кислотою. З насіння олійної пальми отримують пальмоядрову олію (на відміну від пальмової олії, яку отримують з плодів пальми). У насінні олійної пальми міститься до 26 % пальмітинової олії, яка має аромат і смак горіха.

Практично все виробництво пальмової олії зосереджено в Малайзії та Індонезії. При цьому велика частина олії експортується, що значно збільшує торговельні обсяги у світі [10].

Четверте місце у виробництві олійної сировини у світі займає соняшник. Зі збільшеним попитом на рослинні олії останніми роками різко збільшилося світове виробництво насіння соняшнику. Соняшник стали культивувати ті країни, які ще порівняно недавно його практично не сіяли (Туреччина, Канада, США). Значно збільшилося виробництво соняшнику в Аргентині. У всіх країнах виробництво насіння соняшнику в останні кілька десятиліть зросло майже у 20 разів [11].

Соняшник – головна олійна культура України, яка дає великий вихід олії з 1 га; вона відзначається високими смаковими якостями, використовується в їжу у натуральному вигляді, а також у виробництві різних жирових продуктів. Найсприятливіші умови для вирощування соняшнику – в степовій і частково лісостеповій природних зонах. Це – найрентабельніша культура українського землеробства. Найбільші посіви соняшнику в Дніпропетровській, Запорізькій, Донецькій, Кіровоградській та Харківській областях [12].

Крім основних олійних культур, що вирощують в світі та в Україні, таких як соняшник, соя та ріпак, є культури, які займають значно менші площі, їх називають нішевими, або нетрадиційними. Це такі культури, як льон олійний, гірчиця, сафлор, рижик, кунжут, молочай олійний тощо. І якщо під льоном олійним і гірчицею зайнято по кілька десятків тисяч гектарів, то інші вирощуються на незначних площах. Загалом усі нішеві олійні культури займають до 3 % від площ, займаних олійними культурами [13, 14].

Свої певні еколого-біологічні і технологічні переваги порівняно з іншими олійними культурами, що вирощуються в Україні, має гірчиця біла. Врожайність насіння 12–20 ц/га. У насінні міститься 25–35 % слабо висихаючої олії, яка довго не гіркне і не розкладається. Використовується в харчовій, технічній, медичній, парфюмерній, хіміко-органічній галузях промисловості.

Гірчиця біла має інтенсивніший порівняно з ярим ріпаком характер розвитку і за тривалістю вегетації вигідно вирізняється від нього. Крім того, особливості хімічного складу гірчиці білої роблять її важкодоступною для шкідників, а будова стручків – стійкою до осипання [15].

Вирощування гірчиці дозволить розширити асортимент і кількість вироблюваного рослинного масла, задовольнити потреби в гірчичному порошку, а також ефірних маслах, наявність яких є особливістю цієї культури. Антисептична дія ефірного гірчичного масла (алілового) у 200 разів сильніша, ніж аналогічна дія сірчистого газу [16].

Макуха гірчиці білої містить 40 % білкових речовин, є концентрованим кормом для тварин [17]. Використовується як добриво. Гірчичний порошок, що отримується з макухи, застосовують на приготування медичних гірчичників. Гірчиця біла є гарним медоносом. Кожен її гектар дає більше 100 кг високоякісного меду, що в два рази вище, ніж соняшник [18].

Вводячи гірчицю в сівозміну, можна знизити захворюваність оброблюваних після неї зернових культур, зменшити засміченість посівів однорічними і багаторічними бур'янами [19, 20].

Гірчицю білу можна використовувати і як кормову рослину. Врожайність зеленої маси 200–250 ц/га [21]. Білковість гірчиці у фазу цвітіння досягає 16–23,9 %, у ній міститься 2,3–2,6 % жиру, 32,6–42,5 %, 9,5–22,7 % зольних елементів, 22,0–28,1 % клітковини [22–26].

У гірчиці короткий період укісної стиглості – 29–50 днів, тому її посіви можна використовувати і як поживні, і як поукісні. Обробіток гірчиці білої на сидерат сприяє збагаченню ґрунту свіжою органічною речовиною, збільшує кількість цінних агрегатів в орному шарі, активізує діяльність целюлозорозкладаючих мікроорганізмів, що сприяє накопиченню в ґрунті доступних форм азоту [27].

Одним із факторів порівняно високої для нішевої культури популярності гірчиці серед українських аграріїв є її позитивний вплив на подальше виробництво зернових у процесах сівозміни. Так, згідно з повідомленнями учасників ринку, гірчиця як попередник додає 30 % врожайності зернових, а також виконує функції фітосанітара [28].

Крім того, вагомим стимулом до популяризації виробництва гірчиці в Україні є наявність великих ринків збуту, не тільки внутрішніх, а й, що важливіше, зовнішніх – американського, азіатського, і передусім – європейського. Так, згідно з останніми офіційними даними Держкомстату, впродовж січня–вересня 2017 року з України було експортовано 13,1 тис. т насіння гірчиці, а сукупна вартість такого експорту оцінюється в 8 млн доларів (рис. 1.1) [29].

Ключовим зовнішнім ринком збуту для української гірчиці залишаються країни Європи, на які у звітному періоді припадає більше 93 % сукупних зовнішніх поставок.

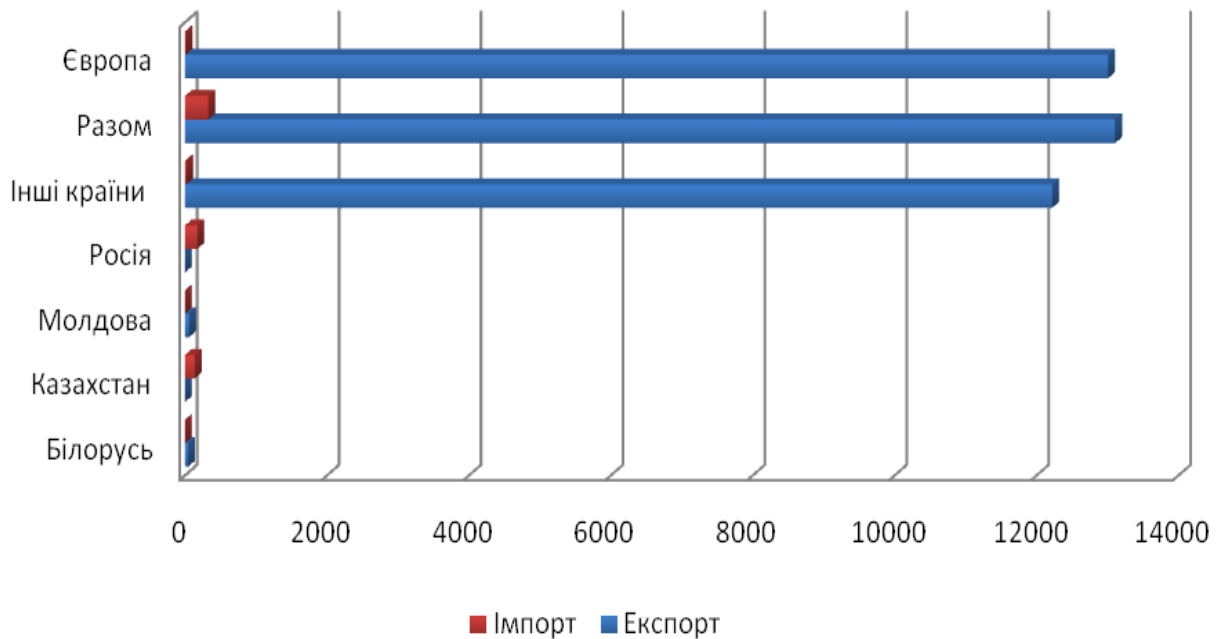


Рис. 1.1. Показники експорту та імпорту насіння гірчиці, січень–вересень 2017 року (за даними Держкомстату) [29]

Основні зовнішнім споживачем насіння гірчиці виробництва України в звітному періоді залишається Німеччина, якою було закуплено понад 6 тис. т такої продукції, дало експортерам прибуток обсягом близько 3,6 млн грн.

Україна входить до трійки найбільших виробників гірчиці у світі. Згідно з повідомленням Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН (Food and Agriculture Organization, FAO), ТОП-5 країн-виробників має такий розподіл: Канада, Україна, Росія, Німеччина та Індія. Основними покупцями гірничої продукції на світовому ринку є Німеччина, США, Франція, Непал і Польща [30].

У грудні 2016 року підприємства масложирової галузі виробили рекордний за останні 3 роки обсяг гірчиці – 1,046 тис. тонн, уперше випустивши більше 1 тис. тонн. Як повідомляє Національний промисловий

портал з посиланням на «УкрАгроКонсалт», 2016 рік став переломним на українському ринку гірчиці, подолавши тенденцію звуження цього ринку за останні 2 роки. Загалом за 2016 рік виробництво гірчиці досягло 7,696 тис. тонн, що на 11 % більше порівняно з 2015 роком (6,939 тис. тонн) і на 7,7 % порівняно з 2014 роком (7,143 тис. тонн) [31].

Універсальність використання гірчиці білої, цінність отримуваної продукції, короткий вегетаційний період характеризують цю культуру як культуру з великими потенційними можливостями щодо розповсюдження і економічної вигоди при вирощуванні. Зважаючи на мінливий клімат в Україні, що прогнозується, гірчиця біла, поряд з іншими нішевыми культурами, буде займати все більшу частку. Для збільшення виробництва олієнасіння цієї культури в Україні є всі умови: 1) сприятливі природно-кліматичні умови; 2) створені сучасні високопродуктивні сорти; 3) розроблені технології вирощування з урахуванням агробіологічних особливостей культур [32].

На жаль, відсутність переробки призводить до того, що гірчиця, в основному експортується у вигляді насіння, що суттєво стримує розвиток її ринку, до того ж вона так і залишається нішевою культурою. Однак цінність цих культур полягає не тільки в отриманні високоякісної різноманітної рослинної олії, а й у можливості підтримки структури посівних площ, збільшенні різноманітності попередників під основні сільськогосподарські культури.

1.2. Видовий та сортовий асортимент гірчиці в Україні

Гірчиця (*Sinapis* L.) – однорічна трав'яниста рослина родини хрестоцвітних (*Cruciferae*) [21], яка налічує 227 родів та близько 3 000 видів [33]. Назва рослини походить від хрестоподібного розміщення чотирьох квіткових пелюсток та п'яти пелюсток вінця [34, 35]. Родина *Cruciferae* – одна з найбільш поширених груп рослин на земній кулі, до складу якої

входять переважно рослини, у яких листя має рівні або зубчасті краї. Переважна більшість насіння цієї родини відрізняється невеликою кількістю білка та досить багатим вмістом олії [36].

Одним із найбільш різноманітних за видовим складом родів родини *Cruciferae* є рід *Brassica* (Tourn.), який охоплює близько 50 видів. Синська Є. Н. [37] відомі культивовані види цієї родини класифікувала за використанням на олійні, коренеплоди та листові. Гірчиця була віднесена до групи олійних.

У культурі відомо декілька видів гірчиці: г. чорна (*Brassica nigra* (L.) Koch), г. сарептська (*Brassica juncea* (L.) Czern.); г. біла (*Sinapis alba* L.); г. абіссінська (*Brassica carinata* (A.) Braun) [38].

У сільськогосподарському виробництві різних країн та регіонів вирощують гірчицю сарептську, гірчицю білу та гірчицю чорну. *Sinapis alba* вирощується на ґрунтах лісостепової та поліської природних зон; *Brassica nigra* зустрічається в країнах Західної Європи та Північної Африки [39].

Батьківщиною гірчиці білої є Італія і Греція, де вона добре була відома ще за давніх часів [40]. Більшість дослідників вважають, що ця культура походить з Середземномор'я, звідки поширилася всіма країнами північної півкулі [35, 41].

Основним місцезростанням гірчиці білої у басейні Середземномор'я є Корсика, Сицилія, Алжир, Сардинія та Греція. Крім того, як бур'яниста рослина вона зустрічається в Японії, Західній Африці, у Північній та Південній Америці. У країнах Західної Європи культура найбільшої популярності набула у Німеччині, Франції, Англії, Греції та Туреччині (рис. 1.2) [42, 43].

Вивчаючи світову колекцію, гірчицю білу ділять на три різновиди [37, 44], а саме: *Sinapis alba* subsp. *dissecta* (Lag.) Simonk (поширена в Марокко, Криму, на Криті, Італії, включаючи Сицилію, Корсику, схід Іспанії); *Sinapis alba* var. *dissecta* (Lag.) V. Bock. *Sinapis alba* subsp. *mairei* (H. Lindb.) Maire (зустрічається у Північній Африці, на Кіпрі, Ізраїлі, Лівані, Сирії, Греції,

Італії, Франції, на сході Португалії, Іспанії) та *Sinapis alba* subsp. *alba* L. – підвид, який натуралізувався повсюди [45].

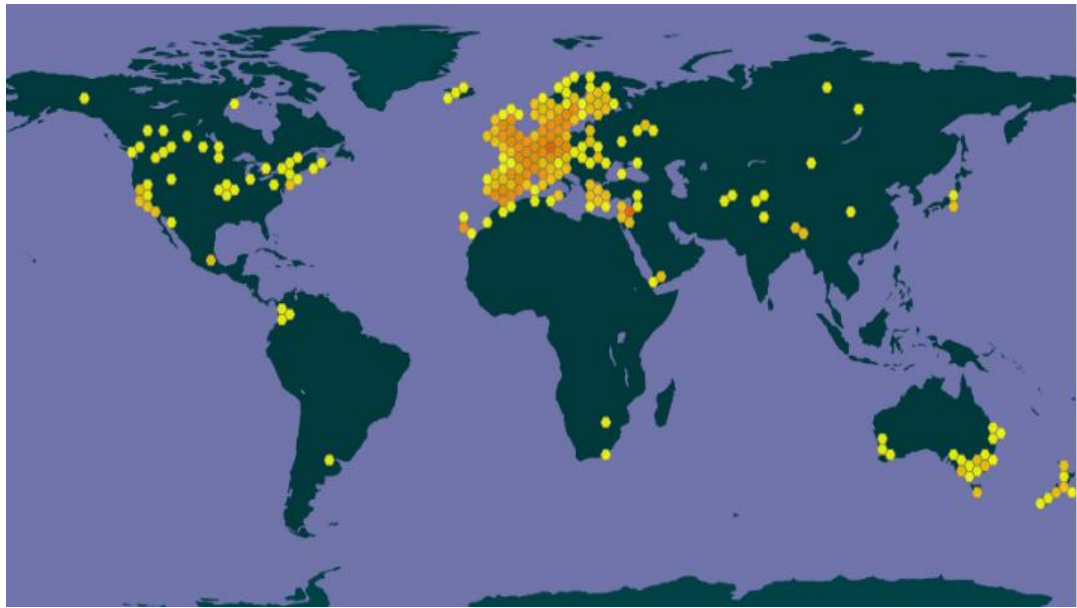


Рис. 1.2. Поширення *Sinapis alba* в країнах світу [43]

За літературними джерелами, перші згадування про культуру гірчиці білої в Європі, зокрема Німеччині, датуються XV століттям, в Англії – XVI, в Америці – початком XIX сторіччя [46]. Як медичну сировину гірчицю використовували в Давній Греції та Римі. У Швеції, Данії та Голландії її до сьогодні вирощують саме в таких цілях [47–50].

У Росії перша згадка про гірчицю з'явилася в 1781 році в роботі відомого агронома А. Т. Болотова «О битье горчичного масла и о полезности оного» [51]. Гірчична олія була рекомендована для розтирання при судомах рук і ніг. Уже тоді були добре відомі і гірчичники, які за необхідності готували в кожній сім'ї.

Культивувати як сільськогосподарську культуру гірчицю почали на початку 18 сторіччя у південно-східних регіонах Росії, які прилягали до Волгоградської області. Вільне економічне суспільство проводило посіви гірчиці білої неподалік від Царицино [35], але значного поширення вона не набула [52, 53].

Виробничого значення культури набула тільки у 1932 році у зв'язку з постановкою питання про виробництво рослинної харчової олії у північних областях СРСР [40, 54]. З 1931 року гірчицю білу почали вносити у посівні плани районів нечорноземної полоси. У роки першої та другої п'ятирічки посіви гірчиці білої поширилися у Білорусі, Ленінградській, Волгоградській, Кіровській, Іванівській, Ярославській, Московській та Смоленській областях. Північною межею поширення культури, вирощуваної задля отримання олії, вважалось 61–62° північної широти. Посіви на зелений корм проводилися і північніше [35].

Район можливого вирощування гірчиці білої досить широкий. Культурні форми гірчиці білої поділяють на три екотопи залежно від їх біологічних та ботанічних особливостей [55, 56]:

1. Північний екотип характеризується значною тривалістю вегетаційного періоду та потужним розвитком рослин, висота стебла 85–93 см. Кількість гілок 5–8. Облистяність 30–47 листків на рослинах. Продуктивність насіння вища за інші екотипи. Поширений у лісостеповій та лісовій зоні.

2. Південний екотип характеризується менш потужним розвитком рослин. Висота стебла в середньому дорівнює 77 см та не перевищує 87 см. Кількість гілок 3–9, у середньому 6 штук на рослині. Кількість листків на рослині 23–43. Продуктивність нижча за північний екотип.

3. Середземноморський екотип характеризується рослинами, висота яких коливається в межах 46–87 см, у середньому 72 см. Кількість листків у середньому 28 шт. (з коливаннями від 20–31 шт.). Продуктивність насіння дуже низька.

Екологічні умови «гірничного поясу» України (здебільшого південь країни з жорстким гідротермічним коефіцієнтом) за схожістю можуть бути поставлені поряд лише з Поволжям і Західним Сибіром Російської Федерації, а також Північним Казахстаном, тому на вітчизняному аграрному ринку

гіпотетичну конкуренцію вітчизняним сортам можуть скласти лише сортозразки російської селекції.

Селекцією цієї культури в нашій державі традиційно (ще з часів колишнього СРСР) займаються два наукових центри – Інститут олійних культур НААНУ та Івано-Франківський інститут агропромислового виробництва НААНУ. Останнім часом завдяки значній популярності культури серед виробників і сталому попиту на товарне насіння на внутрішньому та зовнішньому ринках питанню селекції нових перспективних сортів гірчиці приділяється все більше уваги, і на ринок виходять нові організації-оригінатори.

Еколого-географічні особливості розміщення основних посівних площ гірчиці білої в Україні з їх тяжінням до північно-західних та центральних районів країни зумовили аналогічну тенденцію щодо територіально-адміністративного підпорядкування вітчизняних наукових установ, які займаються роботою із селекції та інтродукції нових сортів культури.

Сьогодні зареєстровані для вирощування в Україні близько 10 сортів білої гірчиці, із них закордонної селекції: сорт Луна (заявник – П. Х. Петерсон Заатцухт Лундегеард, Німеччина) та сорт Радуга (ВНДІ Олійних культур ім. В. С. Пустовойта, Росія).

В Україні селекційну роботу із культурою проводять ТОВ «АНДІ» Аграрний науково-дослідний інститут (є оригінатором сорту Юлія), ТОВ «НДВАП Українська гірчиця» (сорт Борівська), Національний науковий центр «Інститут землеробства НААНУ» (Еталон), Інститут кормів НААНУ (Кароліна, Ослава), Інститут олійних культур НААНУ (Талісман), ПСП «Агротехсервіс» (Світязь), Івано-Франківський інститут агропромислового виробництва НААНУ (Підпечерецька), Хмельницький інститут агропромислового виробництва (Подільянка) [57].

1.3. Вплив погодних умов на ріст та розвиток гірчиці

Зміна клімату, що відмічається останніми десятиліттями, належить до найбільш впливових ризиків, які визначають глобальний розвиток людства. Зміни кліматичної системи, які створюють серйозні загрози як для природних екосистем, так і життєдіяльності людей, потребують детального дослідження та розробки заходів щодо адаптації [58].

Сільське господарство України є найбільш вразливою галуззю економіки до коливань та змін клімату, оскільки функціонування галузей значною мірою залежить від агрокліматичних умов території і насамперед від її тепло- і вологозабезпеченості. Зміна термічного режиму та режиму зволоження впливає на швидкість біохімічних процесів, ріст, розвиток та формування продуктивності рослин.

Упродовж останніх десятиріч в Україні на тлі глобальних процесів потепління суттєво підвищується температура повітря, змінюються термічний режим та структура опадів, збільшуються кількість та інтенсивність небезпечних метеорологічних явищ та екстремальних погодних умов. Підвищення середньорічної температури повітря в Україні впродовж останніх тридцяти років відбувалось значно більшими темпами, ніж зміна приземної глобальної температури. Такі зміни призвели до того, що з кінця 90-х рр. XX століття кожного року середня річна температура повітря в Україні була вищою за кліматичну норму (1961–1990 рр), її аномалії сягали 1,0 °C і більше, а кінець XX – початок XXI ст., стали, ймовірно, найтеплішими за період інструментальних спостережень за погодою в країні (з 1890-х рр.) [59].

Як зазначають у своїх роботах деякі науковці, за останні два десятиріччя середня річна температура повітря в Україні підвищилась на 0,8 °C щодо кліматичної норми. Найбільш суттєво зросла температура у літній та зимовий сезони, які стали теплішими на 1,3 °C та 0,9 °C відповідно.

При цьому найбільші зміни характерні для січня, який став майже на 2,0 °С теплішим, та липня [60, 61].

Зміна температури повітря була неоднаковою на всій території країни і зростала з півдня на північ і північний схід. На північному сході країни підвищення середньої температури повітря за рік було значно більшим, ніж у середньому в Україні, і становило 1,2–1,4 °С, тоді як на півдні країни та в Карпатському регіоні ці зміни вдвічі менші – 0,6 °С, а на Південному березі Криму середня температура повітря за рік змінилась несуттєво [59].

Зростання середньої річної та місячної температури зумовлено збільшенням мінімальної та максимальної температури повітря впродовж усього року. При цьому в холодний період переважає підвищення мінімальної температури, а в теплий – максимальної. Значне зростання максимальної і особливо мінімальної температури повітря у холодний період року зумовило зменшення тривалості холодного періоду, кількості морозних днів та суворості зими. Кількість днів із температурою нижче -10 °С в Україні також зменшилась, проте кількість днів із морозом менше -20 °С не змінилась, а максимальна тривалість періоду з сильним морозом на значній території країни ймовірно зросла [59]. Зменшилася тривалість стійкого снігового покриву, а в останнє десятиріччя у деяких регіонах він не утворюється зовсім.

В Україні також відмічається тенденція до збільшення тривалості теплого періоду, коли середня за добу температура повітря вище 0 °С [62]. Так, у Південному Степу, Криму та Прикарпатті теплий період став довшим майже на два тижні порівняно з базовим періодом. Просуваючись далі на північ, тривалість теплого періоду зростала. У Лісостепу ці зміни уже становили 15–18 днів, а в західному і східному Поліссі – 22–24 дні. Найбільші зміни характерні для центрального Полісся, де тривалість теплого періоду на початку XXI ст. становила 278 днів, що на 40 днів довше за кліматичну норму. Значні зміни тривалості теплого періоду були зумовлені

більш раннім його початком навесні (на 13–19 днів) та пізнішим закінченням в усіх регіонах України [63].

Ранній початок теплого періоду зумовлює раннє відновлення вегетації рослин. Упродовж останніх двох десятиріч вегетаційний період (із середньою добовою температурою повітря 5 °С і вище) у ґрунтово-кліматичних зонах України починається на 2–6 днів раніше і закінчується на 2–6 днів пізніше порівняно з базовим періодом [63]. Тривалість вегетаційного періоду збільшилась у середньому на 4–13 днів, а активної вегетації (із середньою добовою температурою 10 °С і вище) – на 5–9 днів. Зросла і теплозабезпеченість вегетаційного періоду від 90–105 °С у північному, південному Степу, Прикарпатті та Закарпатті до 150–180° С у західному Поліссі та центральному Лісостепу. У цьому регіоні відмічається і найбільший ріст теплозабезпеченості періоду активної вегетації – до 200° С і більше. Збільшення тривалості вегетаційного періоду і періоду активної вегетації посилює агрокліматичний потенціал території і сприяє отриманню більших урожаїв основних сільськогосподарських культур. Проте ранній початок вегетативного періоду збільшує загрозу пошкодження рослин пізніми заморозками, оскільки на час їх настання (в основному – у травні) рослини вже добре розвинені і вразливі до впливу низьких температур.

Підвищення температури повітря зумовило також збільшення кількості літніх днів, коли середня за добу температура повітря перевищує 15 °С від 2–3 днів за 10 років у центральних та східних областях до 7–10 днів за 10 років на заході країни. На всій території України відмічається і зростання кількості спекотних днів. Тривала спека послаблює процеси фотосинтезу і відповідно зменшує кількість органічної речовини та урожайність культур [64].

Ріст температури повітря у теплий період також сприяв збільшенню нестійкості атмосфери та інтенсивності конвекції в Україні і, як наслідок, – зростанню повторюваності та інтенсивності не лише злив, а й інших конвективних явищ погоди: гроз, граду, шквалу, смерчів, які призводять до

значної втрати урожаю сільськогосподарських культур та погіршення їхньої якості.

Підвищення температури повітря та нерівномірний розподіл опадів, які мають зливовий, локальний характер у теплий період і не забезпечують ефективного накопичення вологи в ґрунті, зумовили збільшення кількості та інтенсивності посушливих явищ. У поєднанні з іншими антропогенними чинниками це призводить до розширення зони ризикового землеробства і навіть до опустелювання деяких районів південних областей України. Відмічається небезпечна тенденція до збільшення повторюваності посушливих умов у зоні достатнього атмосферного зволоження, що охоплює Полісся та північні райони Лісостепу. За останнє десятиріччя райони південних областей, які у попереднє десятиріччя належали до середньо посушливих, перейшли в категорію сильно посушливих, а слабо зволожені – у середньо посушливі [64].

У холодний період суттєве підвищення температури повітря привело до зміни структури опадів за рахунок збільшення повторюваності дощу і зменшення повторюваності снігопадів, зумовило збільшення випадків мокрого снігу та налипання мокрого снігу [65–69].

Отже, постає питання щодо розширення можливостей сільськогосподарських культур, більш стійких до несприятливих погодних умов. Спираючись на роботи сучасних українських дослідників, можна стверджувати, що гірчиця є вагомою альтернативною культурою, яка забезпечить оптимізацію посівних площ олійних культур у сівозмінах та надасть можливість певного люфту в агротехнічних заходах під час вирощування рослинницької продукції.

Так, у науковій літературі зазначається, що висока холодо- та морозостійкість гірчиці дозволяє певною мірою «розвантажити» напруженість у використанні машинно-тракторного парку господарства під час весняних польових робіт, оскільки вона може забезпечувати стабільні сходи за температури ґрунту 4–5 °С. Сівбу гірчиці білої можна розпочинати

на 6–7 днів раніше за інші ранні ярі культури. При цьому ризик пошкодження сходів гірчиці весняними заморозками є мінімальним. Така обставина розглядається як значний аргумент на користь можливості проведення сівби культури в підзимові строки [70–77].

Не менш привабливою в очах виробників має бути гірчиця (насамперед сиза та чорна) через високу посухостійкість, що зумовлена, по-перше, чи не найвищою з-поміж інших культур спроможністю використовувати осінньо-зимові запаси ґрунтової вологи за нетривалий вегетаційний період, а по-друге, порівняно невисоким серед споріднених культур (414–420) транспіраційним коефіцієнтом.

Так, в умовах степової зони Російської Федерації, зокрема у Волгоградській та Саратовській областях, які є традиційним ареалом вирощування сизої гірчиці за особливо посушливих років виробники олієнасіння заміняють нею посіви соняшнику, пилок якого майже повністю втрачає фертильність за спекотних погодних умов [78–88].

На особливу увагу заслуговує скоростиглість гірчиці. Порівняно нетривалі періоди між настанням чергової фази органогенезу культури дають змогу максимально повно використати екологічні ресурси (ґрунтову вологу, суму активних температур), звести до мінімуму шкодочинний вплив окремих біотичних факторів (шкідники, бур'яни, хвороби), а порівняно короткий вегетаційний період (74–82 дні) дозволяє вирішувати низку господарсько-економічних питань (зменшення пресингу на парк збиральної техніки за рахунок незбігання терміну жнив із зерновими колосовими культурами, надраннє отримання обігових коштів за рахунок реалізації продукції, достатня кількість часу для проведення комплексу робіт з підготовки ґрунту до сівби озимих культур тощо) [89–95].

Гірчиця є культурою з високою екологічною пластичністю щодо шкодочинних моно- та олігофагів, а також збудників хвороб, що є характерними для фітоценозу гірчиці [91, 96].

Можливість формування за сприятливих (насамперед за вологозабезпеченістю) умов потужного асиміляційного апарату та загальної надземної маси свідчить про неабиякі фітомеліоративні можливості культури гірчиці.

За сівби культури в оптимальні строки вона має високу конкурентоспроможність як із однорічними зимуючими та ранніми ярими бур'янами, так і найбільш небезпечними багаторічними коренепаростковими бур'янами, зокрема осотом. Після збирання гірчиці поле позбавлялося від 60–83 % однорічних та 50–77 % багаторічних бур'янів, що в поєднанні із скоростиглістю культури ставить її до переліку найбільш цінних попередників для головної зернової культури зони – озимої пшениці. Гірчиця біла як попередник дає можливість проводити основний обробіток ґрунту під озиму пшеницю за варіантом зайнятого пару [97–104].

В умовах недостатнього зволоження спостерігається позитивний вплив гірчиці на водно-фізичні властивості ґрунту, що набуває актуальності за вузької структури посівних площ, нехтування меліоративними операціями і багаторічного зловживання вирощуванням соняшнику. Ґрунти у своїй більшості набули безструктурного стану. За результатами досліджень, за рахунок вирощування гірчиці абсолютно реально збільшити вологопроникність ґрунту на 52–61 %, шпаруватість на 40–44 %, зменшити щільність на 21–33 %, повернути йому дрібногрудкувату структуру [105].

1.4. Вплив норми висіву насіння на продуктивність гірчиці

Норма висіву насіння є важливим фактором, який впливає на ріст та розвиток рослин, стан посіву в період вегетації, а тим самим на майбутній врожай. Підвищення норми висіву насіння та невідповідність густоти стояння рослин оптимальним параметрам стимулює рослин до переходу в генеративну стадію розвитку, впливає на ураження грибковими

захворюваннями, призводить до вилягання стеблостою та зниження врожайності.

Густота стояння рослин суттєво впливає на розвиток кореневої системи, кількість галузень, стручків на рослині, кількість насінин, що відтак безпосередньо впливає на обсяг урожаю гірчиці [106, 107].

Рекомендації щодо норми висівання гірчиці білої різняться: від 1,0–1,5 млн [88, 108, 109] до 2,0–2,5 млн схожих насінин на 1 га [110]. У гірчиці білої норма висіву має забезпечувати кількість рослин перед збиранням у межах 130–150 шт/м² за звичайної сівби [111].

Аналіз літературних джерел показав, що насіннева продуктивність рослин гірчиці білої значною мірою залежить від агротехніки вирощування, і зокрема норми висівання насіння.

Так, за результатами досліджень І. Кифорук, О. Бойчук, С. Мойсей та ін., які вивчали особливості формування насінневої продуктивності залежно від строків сівби та норми висівання насіння гірчиці білої (сорт Підпечерецька) в умовах Прикарпаття, встановлено, що норми висівання насіння менше впливали на розмір урожаю гірчиці білої, ніж строк сівби. Найвищу врожайність насіння за два роки отримано за норми висівання 2,0 млн/га – 1,81 т/га схожих насінин. У посівах із нормами 1,5 і 2,5 млн/га схожих насінин урожайність насіння знижувалася в середньому на 0,26 і 0,09 т/га (14,4 і 4,4 %) [112].

Дослідження Козіної Т. В. показали, що в умовах Лісостепу західного в усі роки досліджень (2009–2011 рр.) найбільша урожайність насіння гірчиці білої була на варіантах, де проводили посів гірчиці білої з нормою висіву 1,5–2,0 млн/га схожих насінин. При цьому за норми висіву 1,5 млн/га урожайність гірчиці білої сорту Підпечерецька становила – 2,28 т/га, або на 0,40 т/га більше, ніж за сівби 2,5 млн/га схожих насінин; сорту Подолянка – 2,55 т/га, або на 0,73 т/га більше, ніж за сівби 2,5 млн/га схожих насінин або відповідно на 12,2 % [113].

При висіві на один гектар 2 млн схожих насінин урожайність гірчиці білої сорту Підпечерецька була на 0,17 т/га і сорту Подолянка на 0,37 т/га більшою, ніж на варіантах, де проводили сівбу цих сортів із нормою висіву 2,5 млн/га. Отже, з метою збільшення насінневої продуктивності гірчиці білої в умовах Лісостепу західного рекомендовано проводити сівбу гірчиці білої в ранньовесняний період із нормою висіву 1,0–1,5 млн/га.

Подібні результати продуктивності посівів гірчиці білої сортів Кароліна, Підпечерецька та Подолянка були отримані за норми висіву 1,5–2,0 млн/га схожих насінин. При цьому як зменшення, так і збільшення норми висіву на 0,5 млн/га схожих насінин незалежно від строку сівби впливало на вміст і вихід олії [108].

За свідченням Жолобова О. І., за сівби гірчиці широкорядним способом з міжряддям 30 см і нормою висіву 6–8 кг/га засміченість поля бур'янами не збільшувалася, а в досліді була зафіксована врожайність 4–6 ц/га [114, 115]. Подібні результати отримані і Бондаренком А. І., який також надає перевагу широкорядному способу сівби з нормою 5–6 кг/га [73]. Цій тенденції не відповідають результати досліджень Блищик С. П., яка вважає, що за оптимально раннього строку сівби найвища врожайність насіння гірчиці на рівні 12,5 ц/га була отримана за рядкового способу сівби та норми висіву 2,0 млн шт./га. Зниження норми висіву до 1,5 млн/га і збільшення до 2,5 млн/га зменшувало зазначений показник до 11,5 і 8,4 ц/га відповідно. За оптимально пізнього строку сівби урожайність гірчиці була значно нижчою і за норми висіву 1,5–2,5 млн/га суттєво не вирізнялася, знаходячись в межах 7,2–7,5 ц/га [71, 72]. У роботах Чехова А. В. та Жернової Н. П. наведені результати досліджень з вивчення впливу строків сівби та різних норм висіву насіння на продуктивність гірчиці білої сорту Талісман в умовах південного Степу України. Установлено, що зазначені чинники характеризуються значним ступенем впливу на кількісно-якісні показники врожаю культури. Найбільша урожайність (1,77 т/га) та вихід олії з одного гектара посіву

(527,2 кг) отримана за першого строку сівби за температури ґрунту 2–4 °С та норми висіву 2,0 млн шт./га [116–119].

Оскільки гірчиця біла більш холодостійка та вологолюбна, окремі фахівці наполягають на більш ранніх строках сівби, одночасно з якими зерновими культурами. Сівбу проводять суцільним рядковим способом. Норма висіву насіння становить 8–12 кг/га, глибина загортання 4–5 см [120]. Досвід вирощування насіння гірчиці в західному Сибіру, де врожайність культури в окремих господарствах сягає 23,8–24,9 ц/га, передбачає рядковий спосіб сівби за норми 3,0 млн шт./га [121].

Дослідження, проведені Куліною О. М., дають можливість зробити висновок, що на фоні рядкового способу сівби з міжряддям 15 см зниження норми висіву з 3,0 до 1,0 млн шт./га зумовлює підвищення врожайності на 10–14 %. Для забезпечення густоти стояння рослин гірчиці на рівні 2,0 млн/га рекомендується сіяти культуру з міжряддям 30 см, що забезпечує прибавку врожаю на 14 % порівняно зі звичайним рядковим способом і густотою 3,0 млн/га. [122, 123].

Позитивні результати застосування в умовах півдня України широкорядного способу сівби з нормою висіву 1,0 млн шт./га, що дає можливість отримати 23,2 ц/га кондиційного насіння за одночасного неприпущення збільшення норми висіву понад 3,0 млн/га через зниження врожайності на 3,8 ц/га, наведені в роботі [124].

В умовах Краснодарського краю, як підтверджують результати досліджень Куліної О. М., найвищі показники насінневої продуктивності гірчиці зафіксовані у варіанті застосування широкорядного способу сівби з міжряддям 45 см і за норми висіву 1,2 млн шт./га (4 кг/га) [123, 125].

Перспективним важелем підвищення насінневої продуктивності культури Малахов Г. М. вважає зменшення норми висіву гірчиці з 2,0 до 1,8–1,7 млн шт./га, що пояснюється більш сприятливими умовами формування елементів структури врожаю (насамперед кількості плодкових гілок на рослині та продуктивності однієї рослини) [126].

На думку Сарнецького Г. А., норма висіву гірчиці на світло-каштанових та каштанових ґрунтах повинна становити 1,5–2,5 млн шт./га, що порівняно з нормою 3,0 млн шт./га забезпечує прибавку врожаю до 2,6 ц/га на фоні звичайного рядкового способу сівби. У разі, якщо культура вирощується в зрошуваних умовах на темно-каштанових і чорноземних ґрунтах, норму висіву слід збільшити до 3,0–3,5 млн шт./га [127–129].

Науковці з сільськогосподарського університету в Даполі Чаван, Канаде, Шіндл та Хавікар [130] вивчали норми висіву гірчиці сарептської за таких значень: 150, 220 і 300 тис. рослин на 1 га за ширини міжрядь 22,5; 30 і 45 см.

Упродовж усіх років досліджень оптимальною визнана норма 150 тис. шт./га з міжряддям 22,5 см. Перевищення за врожайністю і олійністю насіння (13,5 ц/га і 39,7 % відповідно) варіанта за широкорядного способу сівби з міжряддям 45 см порівняно з рештою варіантів відмічають у своїх працях інші науковці [131]. За свідченням німецьких авторів, оптимальною нормою висіву гірчиці сарептської є 4 кг/га (6 кг/га за пізніх строків сівби) за ширини міжрядь 13–25 см, причому звуження останніх приводить до доказового підвищення врожайності. Цю ж норму визнано як оптимальну і за вузькорядного способу сівби – відповідно отримано 18,7 ц/га насіння з вмістом ефірної алілгірчичної олії в межах 1,16–1,39 % [132].

1.5. Ефективність застосування мінеральних добрив на посівах гірчиці

Задля повної реалізації біологічного потенціалу рослин гірчиці необхідне оптимальне забезпечення їх поживними речовинами, нестача яких призводить до зниження продуктивності, а надлишок – погіршення якості насіння.

Рослини гірчиці потребують поживних речовин з моменту появи сходів. Нестача їх у цей період у подальшому послаблює розвиток рослин, призводить до зниження врожаю як насіння, так і зеленої маси. У процесі

зростання та розвитку рослин споживання поживних речовин збільшується, досягаючи максимуму перед цвітінням, у фазу досягання знижується, а потім припиняється. У цей період рослини використовують азот, фосфор, калій та інші елементи живлення, накопичені в стеблі, листках та кореневій системі, для формування насіння.

Про позитивну реакцію гірчиці білої на внесення мінеральних добрив, як повного внесення, так і парних комбінацій, у своїх наукових публікаціях зазначила низка авторів: Якушкин І. В. (1929); Раушенбах М. Н. (1932); Купцов А. І. (1933); Мосолов В. П., Льовін Я. С. (1942); Мінкевіч І. А., Борковський В. Е. (1952); Степанова Т. В. (1958); Губанов Я. В. (1986); Сєверов В. І., Калашников К. Г. (1992) та ін.

Споживання поживних речовин з ґрунту, накопичення їх у рослинах і винесення з урожаєм знаходяться в прямому зв'язку з продуктивністю посівів, яка багато в чому визначається забезпеченістю польових культур елементами мінерального живлення [133].

За визначенням Прянішнікова Д. Н. (1965), добриво може містити елементи живлення для рослин, які підсилюють їх мобілізацію в ґрунті, підвищують енергію життєвих процесів у них і змінюють властивості самого ґрунту. Для отримання високого урожаю належної якості необхідно, щоб усі чинники зростання рослин були представлені в певних гармонійних поєднаннях, що найбільше відповідають потребам рослин у відповідні періоди їх зростання і розвитку [134].

Оскільки добрива впливають на урожай рослин через ґрунтові процеси, то необхідно постійно піклуватися про підвищення родючості ґрунтів [135, 136].

Швидкість надходження поживних речовин, як зазначає Панников В. Д. [137], залежить від інтенсивності фотосинтезу і, зокрема, від утворення в рослинах вуглеводів та інших органічних сполук. Винос поживних речовин на одиницю врожаю не є постійною величиною і коливається залежно від ґрунтово-кліматичних умов, попередників, агротехніки, добрив і сорту [138].

На 1 ц насіння гірчиця біла, за даними Каюмова М. К. [139], виносить 5,7 кг азоту, 2,0 кг фосфору, 2,3 кг калію. Сєверов В. І., Калашникова К. Г. (1992) у своїх дослідженнях визначили ці показники на рівні – 5,5–6,0 кг азоту, 2,5–3,0 кг фосфору, 2,5 кг калію.

В умовах теплої, помірно вологої погоди рослини найінтенсивніше споживають поживні елементи у фази бутонізації і цвітіння. У прохолодну і дощову погоду ці процеси відходять на пізніший період – зеленої стиглості [140, 141].

Азот є одним із основних елементів живлення рослин. Він входить до складу білків, хлорофілу, нуклеїнових кислот, ферментів та інших органічних сполук, які мають виняткове значення для обміну речовин [135, 137].

Гірчиця особливо вибаглива до рівня азотного живлення та до строків внесення азотних добрив. За їх нестачі рослини набувають світло-зеленого, а пізніше жовтого забарвлення; листя висихає та опадає, вони також можуть зафарбовуватися в жовтий або помаранчево-червоний колір із червоними жилками, а стебло – в пурпурово-червоний, гілки недорозвинені.

Загальна потреба в азоті в середньому становить 60 кг д.р./га, за фазами росту вона неоднакова. Гірчиця унаслідок короткого періоду вегетації і швидкого початкового зростання вимагає посиленого живлення азотом [142, 143]. Дослідженнями Алексєєва А. П. і Мелентьєвої К. М. [144, 145] та Мечетної В. Н. [146] встановлено, що азот використовується рослинами гірчиці інтенсивно впродовж усього вегетаційного періоду і лише під час наливу насіння його надходить дещо менше. Найбільша кількість азоту концентрується в листках.

Надлишок азоту в молодому віці призводить до накопичення його у вигляді проміжних продуктів азотистого обміну, шкідливих для рослини [147]. При надлишку азоту може спостерігатися вилягання. У гірчиці білої навіть при сильному азотному удобренні вилягання рослин не спостерігалось. Надлишок азоту призводить до уповільнення досягання насіння [148, 149].

Гостра нестача азоту при вилученні його з комплексу добрив призводить до недостатнього розвитку листкової поверхні, скорочення терміну і продуктивної роботи асиміляційного апарату [150].

Для отримання високих урожаїв насіння необхідний фосфор. Він входить до складу багатьох органічних сполук, серед яких перше місце займають нуклеїнові кислоти, які беруть участь переважно в акумуляції і передачі енергії. Олійні культури фосфорні добрива використовують ефективніше, ніж злакові рослини. Фосфор необхідний для створення потужної кореневої системи, збільшення насінневої продуктивності і прискорення дозрівання насіння, крім того, цей елемент підвищує їх силу зростання [151].

Фосфор на початкових етапах росту засвоюється рослинами поволі, найбільш інтенсивне накопичення його у вегетативній масі відбувається в період від початку цвітіння і до досягання. У разі нестачі фосфору в ґрунті на ранніх стадіях розвитку формуються рослини низькорослі з темно-зеленим забарвленням листя. Поступово краї і кінчики листя стають рожево-пурпуровими, а при сильному фосфорному голодуванні листя набуває яскраво-червоного кольору, спостерігається їх передчасне старіння і відмирання, у рослин слабо розвивається коренева система (40, 152, 153, 155).

За результатами досліджень, проведених на Донській дослідній станції, встановлено велику ефективність гранульованого суперфосфату (Р-15 кг/га): за внесення його у рядки при посіві врожайність насіння гірчиці підвищувалася на 2,4 ц/га [156].

Важливу роль в житті рослин відіграє калій. Він підсилює утворення вуглеводів у зеленому листі та їх відтік в органи запасу, покращує білковий обмін, підвищує якість урожаю, робить рослини стійкішими до холоду, різних захворювань і вилягання. Загалом нормальне калійне живлення підсилює життєву активність рослин, регулює процеси фотосинтезу, рух вуглеводів і води в рослинах [137, 157, 158].

Максимум поглинання калію рослинами гірчиці білої відносять до періоду бутонізації і цвітіння [159]. За калійного голодування старе листя зморщується, набуває на кінчиках і краях жовтого забарвлення, яке поширюється до середини листа. Потім спостерігається плямистість, або хлороз, старого листа і відмирання їх тканин. Головки квітів в'януть, а при сильній нестачі елемента живлення можлива загибель всієї рослини [160]. При калійному голодуванні в тканинах рослин відбувається значне накопичення азоту [161].

Для отримання високих і стійких урожаїв насіння гірчиці білої, окрім внесення достатньої кількості кожного елемента мінерального живлення, велике значення має оптимальне співвідношення між ними. За результатами досліджень, які проводилися на дослідному полі сільськогосподарської академії ім. Тимірязєва (1936 р.), були отримані результати, які показали, що без застосування добрив сформований урожай був на рівні 12,5 ц/га, при внесенні гною – 17,0 ц/га, при внесенні РК – 16,0 ц/га, при внесенні гною і РК – 18,4 ц/га насіння гірчиці білої [162].

Мінеральні добрива вносяться під основний обробіток ґрунту. За внесення повного мінерального добрива в дослідях на Мінській сільськогосподарській станції, проведених Прохоровим А. І. і Соковічем Н. Д. (1938), отримали прибавку врожаю насіння гірчиці білої на рівні 60 %. Хотчинський Н. Н. [163] зазначив, що внесення азоту і фосфору на дерново-підзолистих ґрунтах дає позитивний ефект. При цьому оптимальною є доза внесення 60 кг д. в. кожного компонента.

За результатами досліджень, проведених у 2006–2009 рр. у дослідному господарстві «Чабани» ННЦ «Інститут землеробства УААН» на сорті гірчиці білої Талісман, було встановлено, що уже на початкових етапах росту та розвитку відмічається позитивна реакція гірчиці на внесення мінеральних добрив, особливо азотних. Так, залежно від варіанта удобрення збільшення доз азоту сприяло інтенсивному наростанню листової поверхні гірчиці на 24,7–40,4 % порівняно з варіантом без добрив та 15,7–30,2 % на фосфорно-

калійному фоні. Дослідження тако виявили, що внесення мінеральних добрив позитивно впливало на накопичення сухої речовини та формування асиміляційного апарату рослинами гірчиці білої. Так, у середньому найбільші прирости сухої речовини (0,22 г/рослину) забезпечили варіанти з внесенням $N_{60}P_{45}K_{45}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$. Аналогічна закономірність наростання сухої речовини та формування листкового апарату залежно від системи удобрення була у фазах бутонізації та цвітіння гірчиці білої. Максимальні показники листкової поверхні незалежно від системи удобрення відмічено у фазі цвітіння культури, де вони становили 612,4–663,9 см²/рослину. Отже, ці дослідження показали, що основним фактором оптимізації умов життєдіяльності рослин гірчиці білої в агроценозах для одержання максимальної продуктивності є внесення мінеральних добрив, які стимулюють наростання листкової поверхні, що зумовлює інтенсивне нагромадження сухої речовини. Найвищий рівень урожайності (1,16 т/га) в умовах північного Лісостепу України забезпечило внесення мінеральних добрив дозою $N_{60}P_{60}K_{60}$ [164].

Дослідження сорту Еталон на сірих лісових ґрунтах (2012–2013 рр.), проведені у дослідному господарстві «Чабани» ННЦ «Інститут землеробства УААН», підтвердили позитивну реакцію рослин гірчиці білої на комплексне застосування мінерального добрива. Позитивна реакція спостерігалася на різних етапах онтогенезу, зокрема розетка, бутонізація, цвітіння. Оптимальним в умовах північного Лісостепу України є внесення мінеральних добрив дозою $N_{60}P_{60}K_{90}$ у поєднанні з препаратом Флороне.

На чорноземах та каштанових ґрунтах за умови значних запасів застосовувати калійні добрива не рекомендується. Певний вплив на врожайність гірчиці білої має строк внесення азотних та фосфорних добрив. Так, за результатами досліджень, проведених на дослідних полях Інститут сільського господарства Криму у 2006–2010 рр., встановлено, що для сорту Талісман на чорноземі південному малоґумусному оптимальною нормою

внесення мінерального добрива є $P_{60}N_{60}$ з осені, що забезпечує прибавку врожаю 2,03 т/га [110].

Установлено, що під їх дією, незалежно від строків сівби, показники структури врожаю зростають. Так, визначальною для формування продуктивності гірчиці є кількість бічних гілочок, кількість стручків на рослині та маса 1 000 шт. насінин. За умов нестійкого зволоження зони центрального Лісостепу України строки сівби та рівень мінерального живлення суттєво впливали на продуктивність гірчиці білої сорту Талісман. Оптимальною нормою було встановлено $N_{45}P_{45}K_{45}$ [165, 166].

Гірчиця досить добре реагує на внесення мікродобрив. Особливо врожайність культури знижується за нестачі сірки та бору. Нестача сірки впливає на розвиток листової поверхні. Молоде листя розвивається слабким, набуваючи жовтого кольору; більш старі стають блідими з малиновим відтінком центральної жилки та країв, згортаються всередину. Квітки змінюють колір від жовтого до білого, стручки порожні, насіння щупле.

При недоборі сірки в рослинах можуть накопичуватися нітрати і нітрити. З внесенням азотного добрива сірчане голодування посилюється. У разі появи у рослини ознак нестачі сірки слід застосовувати сірчано-кислі солі амонію, калію і магнію, суперфосфати. Їх вносять у вигляді підживлення у поєднанні з азотними добривами у твердій формі або шляхом обприскування.

При нестачі бору в ґрунті (вміст нижче 2,5 мг/кг) молоді листки рослини стають блискучими, згортаються назовні, а старі – жорсткими та набувають жовто-оранжево-червоного забарвлення по краях, стебло потовщується, цвітіння затримується, знижується кількість насіння в стручку. Дефіцит бору можна усунути внесенням борного суперфосфату або обприскуванням посіву розчином борної кислоти в фазу бутонізації до цвітіння [98].

Органічне добриво застосовують на всіх ґрунтах, особливо з низьким рівнем родючості. Вносять їх під попередник із розрахунку 30–40 т/га,

оскільки пряме внесення гною під гірчицю підвищує забур'яненість посівів та уповільнює досягання культури.

Норми мінеральних та органічних добрив в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах змінюються і потребують детального вивчення, враховуючи сортові особливості культури [168–171].

Висновки до розділу 1

1. Основні питання технології вирощування гірчиці білої відображені в невеликій кількості наукових робіт. Ці розробки зосереджені в умовах зони Лісостепу та Степу. Водночас слід зазначити відсутність регіональної (для північно-східного Лісостепу України) технології вирощування гірчиці білої.

2. Одним із найважливіших елементів сучасної технології вирощування є забезпечення раціональних режимів живлення рослин, яке досягається ефективними нормами добрив та висіву насіння. Отже, дослідження в цьому напрямі є важливими і актуальними.

3. Зважаючи на значний інтерес до культури гірчиці з боку науковців та зацікавленість нею виробників, що зумовлено стрімким та прогресуючим зростанням ціни на гірничну сировину на внутрішньому та зовнішньому аграрному ринках, цілком очевидно є необхідність розроблення зональних та сортових технологій вирощування гарантованих і сталих урожаїв гірчиці для умов північно-східного Лісостепу України, які максимально враховують біолого-екологічний потенціал культури.

Список використаних джерел до розділу 1

1. Щербаков В. Г., Лобанов В. Г. Биохимия и товароведение масличного сырья. М. : КолосС. 2003. 360 с.
2. Рапс : учеб.-практ. руководство по выращиванию рапса / Д. Шпаар, Н. Маковски, В. Захаренко и др. Минск : Фуаинформ, 1999. 207 с.
3. Основные характеристики производства масличных культур в мире. URL : <http://www.eurasiancommission.org/ru/> (дата звернення: 4.11.2020).
4. Характеристика олійно-жирового комплексу України. URL: <http://www.geograf.com.ua/> (дата звернення: 9.09.2020).
5. Збір урожаю сільськогосподарських культур, плодів, ягід та винограду в регіонах України за 2009–2012 роки. Статистичний бюлетень. К. : Державна служба статистики України. 2009–2011.
6. Артеменко С. Соя як один із попередників під озиму пшеницю. *Пропозиція*. 2013. № 8. С. 66–69.
7. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) : монографія / В. В. Кириченко та ін.; за ред. В. В. Кириченка. Харків : НААН України, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. 2016. 400 с.
8. Гайдаш В. Д., Климчик М. М., Макар М. М. Ріпак. Івано-Франківськ : Сіверсія ЛТД, 1998. 224 с.
9. Моїсеєва М. Олія для біодизеля. *Пропозиція*. 2006. № 4. С. 26–30.
10. Моїсеєва М. Світовий ринок олійних. *Пропозиція : Головний журнал з питань агробізнесу*. URL : <https://propozitsiya.com/ua/svitoviy-rinok-oliynih> (дата звернення: 18.10.2020).
11. Офіційний сайт асоціації «Укроліяпром» URL : <http://www.ukroilprom.org.ua> (дата звернення: 15.11.2020).
12. Положение на мировом рынке масличных семян. *Масла и жиры*. 2008. № 8. С. 26 – 27.
13. Для увеличения производства маслосемян нишевых культур в Украине есть все условия – эксперт. URL : <http://www.apk-inform.com> (дата звернення: 6.09.2020).

14. Мировой рынок масличной продукции – долгосрочные перспективы. URL : <http://ukrprod.dp.ua> (дата звернення: 29.10.2020).
15. Хотчинский Н. Н. Агротехника горчицы. *Агротехника и селекция масличных культур*. 1939. № 12–14. 102 с.
16. Щербаков В. Г. Биохимия и товароведение масличного сырья. М. : Агропромиздат, 1991. 302 с.
17. Салтыковский А. И. Белая горчица в Ленинградской области. Д.: Советский печатник, 1934. С.12–14.
18. Цибульников Л. И. Забытая культура. *Технические культуры*. 1993. № 1. С. 11–12.
19. Елсуков М. П. Однолетние кормовые культуры. М. : Сельхозгиз, 1954. 363 с.
20. Никляев В. С. Основы земледелия и растениеводства. М. : Агропромиздат, 1990. С. 342–345.
21. Вавилов П. П., Гриценко В. В., Кузнецов В. С. Практикум по растениеводству. М. : Колос, 1983. 246 с.
22. Вавилов П. П., Суровина В. И. Рост, развитие и продуктивность однолетних кормовых культур в условиях лесотундры. Пятый симпозиум поновым силосным растениям. Л., 1970. 14–16.
23. Половинкина А. Г., Примаков Т. М. Горчица. Свердловск: Свердловское обл. изд-во, 1952. 19–38. 99;
24. Моисеев К. А., Соколов В. С., Мишуров В. П. Редька масличная Малораспространённые силосные культуры. Л. : Колос, 1979. С. 198–224.
25. Медведев П. Ф., Сметанникова А. И. Кормовые растения Европейской части СССР. Л.: Колос, 1981. 335 с.
26. Лошаков В. Г. Промежуточные культуры в центральных областях Нечернозёмной зоны. *Международный с.-х. журнал*. 198. № 5. С. 33–36.
27. Батяхина Н. А. Зелёное удобрение в зерновом звене севооборота Совершенствование технологий возделывания с.-х. культур в Верхневолжье. Иваново, 2002. С. 81–84.

28. Гузев А. И. Урожайность и качество семян горчицы сизой в зависимости от предшественников, способов основной обработки почвы и норм высева на каштановых почвах саратовского Заволжья: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09. Оренбург, 1999. 186 с.
29. Україна входить у ТОП-3 країн виробників гірчиці світу. URL : <https://propozitsiya.com/ua/ukrayina-vhodyt-u-top-3-krayin-vyrobnykiv-girchyci-svitu> (дата звернення: 11.10.2020).
30. Ключевое направление сбыта украинского рапса в 2017/18 МГ – Европа. *Пропозиція: Головний журнал по вопросам агробизнеса*. URL : <https://propozitsiya.com/klyuchovuyu-napryam-zbutu-ukrayinskogo-rapaku-v-201718-mr-uevropa> (дата звернення: 3.11.2020).
31. Волошин П. Українська олійна продукція відповідає міжнародним стандартам Національний промисловий портал. URL : <http://uprom.info/news/agro/ukrayinska-oliyna-produktsiya-vidpovidaye-mizhnarodnim-standartam/> (дата звернення: 27.10.2020).
32. Могилянська Н. О. Сучасний стан і перспективи переробки олійних культур. *Зернові продукти і комбікорм*. 2014. №1 (53). С. 22–25.
33. Мосолов В. П., Большаков С. И., Левин Я. С. Масличные культуры Сибири. Омск: Огиз-Омгиз, 1942. С. 12–32.
34. Жуковский П. М. Культурные растения и их сородичи. Систематика, география, цитогенетика, иммунитет, экология, происхождение, использование. М. : Колос, 751 с.
35. Минкевич И. А., Борковский В. Е. Масличные культуры. М.: Гос. изд-во с.-х. литературы, 1952, С. 94–111.
36. Соловьёв В. А. О культуре сарептской горчицы в Правобережье Поволжья. *Масложировое дело*. 1929. № 9. 15–17.
37. Синская Е. Н. Масличные и корнеплоды семейства *Cruciferae* : труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1928. Вып. 3, Т. 19. С.17–20.
38. Мечетная В. Н. Некоторые вопросы биологии и агротехники горчицы белой : автореф. дисс. к. с. -х. н. Харьков, 1960. 19 с.

39. Buchholz H., Robbelen G., Schliephake D., Zobelein H. Natürliche Öle und Fette. Teil II. In. Nachwachsende Rohstoffe Holz und Stroh- Natürliche Öle und Fette- Alkohole für Kraftstoffe (Hrsg.: D. Schliephake). Verlag J. Kordt. Bochum. 1986. 61 s.
40. Величко В. В. Белая горчица в Нечерноземной полосе. М. : Сельхозгиз, 1951. 72 с.
41. Tremazi S. A study of factors influencing the oil content of the seeds of Toria (*Brassica campestris* L.), 195. № 2. 142 s.
42. Хургин С. Я. Горчица. *Всесоюзная западная торговая Палата*. М., 1931. 106 с.
43. Велкова Н. И. Использование исходного материала в селекции горчицы белой на содержание жира в семенах. Научно-технический бюллетень Института олійних культур УААН, 2009. № 14. С.103–108.
43. Архипенко Ф. М. Слюсар С. М., Оксимець О. Л. Гірчиця біла – культура широкого діапазону використання. *Агроном*. 2006. № 3. С. 20–22.
44. Майсурян Н. А. Растениеводство. М. : Гос. изд-во с.-х. литературы, 1960. 191 с.
45. Кожевников А., Сахаров Н. Горчица. Саратов, 1931. 72 с.
46. Кучумова Л. П. Биохимическое изучение и оценка коллекции сарептской горчицы, выращенной в различных географических зонах : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук. Ленинград, 1966. 20 с.
47. Бомба М. Універсальна культура «біла гірчиця». *Тваринництво України*. 1993. № 3. 21 с.
48. Половинкина А. Г., Примаков Т. М. Горчица. Свердловск : Свердловское обл. изд-во, 1952. С. 19–38.
49. Погорлецкий Б. К., Балаян В. М. Рассказы о масличных растениях. М. : Агропромиздат, 1986. 175 с.
50. Косов Н. П., Рамеев Х. Х., Лапаева З. А. Масличные культуры. Казань : Татиздат, 1952. С. 16–18.

51. Кузнецова Р. Я. Масличные культуры на корм. Л. : Колос, 1977. 152 с.
52. Медведев Г. А., Михальков Д. Е., Екатериничева Н. Г. Горчица. – Волгоград: Изд-во Волгоградского ГАУ, 2012. 152 с.
53. Веселова В. М. Масличные культуры. Научный отчёт Московской гос. селекционной станции, 1943. С. 67–71.
54. Ростовцев П. Р. Горчица. Масличные растения. М., 1931. С. 35–38.
55. Салтыковский А. И. Белая горчица. Руководство по апробации, 1938. С. 36–42.
56. Жуйков О. Г. Комплексна агробіологічна оцінка сучасного сортового складу гірчиці білої в умовах сухого степу зрошуване землеробство : збірник наукових праць. Листопад 2012 р. Вип. 58. С. 94–99.
57. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. IPCC Working Group I Contribution to AR5. Approved Summary for Policymakers. URL: <http://www.climate2013.org/spm> (дата звернення: 18.09.2020).
58. Балабух В. О., О. М. Лавриненко, Л. В. Малицька. Особливості термічного режиму 2013 року в Україні. *Український гідрометеорологічний журнал: Науковий журнал*. Одеса: Вид-во ПП «ТЕС», 2014. № 14. С. 30–46.
59. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / С. М. Степаненко та ін.; за ред. С. М. Степаненко, А. М. Польового. Одеса : Екологія , 2011. 696 с.
60. Божко Л. Ю. Клімат і продуктивність овочевих культур в Україні : монографія. Одеса : Екологія, 2010. 368 с.
61. Огляди погоди та стихійних метеорологічних явищ на території України, УкрГМЦ, 1971–2010 р.
62. Балабух В. А. Межгодовая изменчивость конвекции в Украине. Глобальные и региональные изменения климат / под. ред. В. И. Осадчего. К.: Ника-Центр, 2011. С. 161–173.
63. Балабух В. О., С. В. Зібцев. Вплив зміни клімату на кількість та площу лісових пожеж у північно-чорноморському регіоні України. *Український*

гідрометеорологічний журнал: Науковий журнал. Одеса : Вид-во ПП «ТЕС», 2016. № 18. – С.60–71.

64. Зміна інтенсивності, повторюваності та локалізації небезпечних явищ погоди в Україні та їх регіональні особливості / В. О. Балабух та ін. *Системи контролю навколишнього середовища* : збірник наукових праць МГІ НАН України. Севастополь, 2013. Вип. 19. С.189–198.

65. Женченко К. Гірчиця сарептська має лідувати в п'ятипільних зерно просапних сівозмінах. *Зерно і хліб*. 2013. № 3. С. 53–54.

66. Жуйков Г. Є., О. Г. Жуйков. Еколого-економічне обґрунтування уведення альтернативних культур олійного напрямку в агрофітоценози південного Степу. *Науково-виробничий журнал «Бізнес-навігатор», МУБіП*. Херсон, 2013. Вип. 2 (31). С. 296–303.

67. Жуйков О. Г. Агроєкологічне обґрунтування залучення гірчиці білої до незрошуваних сівозмін Сухого Степу. *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур*: зб. наукових праць ІБКіЦБ. Київ, 2013. Вип. 17 (Том І). С.116–121.

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

69. Агротехника масличних культур : сборник научных работ отдела земледелия. Краснодар, 1968. 354 с.

70. Блищик С. П., Нікитчин Д. І., Гуцаленко А. П. Вивчення деяких прийомів агротехніки гірчиці в посушливих умовах Запорізької області. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН*. 1998. Вып. 3. С. 187–189.

71. Блищик С. П. Вплив прийомів вирощування на урожайність гірчиці сарептської. *Наукові проблеми виробництва зерна в Україні та сучасні методи їх вирішення* : всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів. Дніпропетровськ, 2000. С. 110.

72. Бондаренко А. И. Сроки и способы посева горчицы в семеноводстве : автореф. дис. канд. с.-х. наук. Волгоград, 1973. 19 с.
73. Гусева Т. Е. Роль температуры в формировании урожая горчицы сарептской в условиях фитотрона. Бюллетень НТИ по масличным культурам ВНИИМК. 1986. № 3. С. 17–21.
74. Ермаков А. И. Влияние сроков посева на количество и качество масла семян масличных культур : тр. по приклад, ботанике, генетике и селекции. 1993. № 1. С. 31–33.
75. Иванов А. Ф. Особенности цветения и плодообразования сарептской горчицы в связи со сроками и способами посева. Волгоград, 1957. С. 52–58.
76. Наумкин В. П. Влияние срока посева на морфологическую характеристику и урожайность редьки масличной. Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. М. : изд-во РУДН, 2005. Ч. 2. С. 142–144.
77. Милютин М. Как получить высокие урожаи горчицы. Горький, 1951. 16 с.
78. Поляков Н. Ф. Сарептская горчица. Сталинград : Областное изд-во, 1938. 23 с.
79. Харченко Л. Н., Подколзина В. Е. Влияние метеорологических условий на качественный состав масла и продуктивность сарептской горчицы. Бюллетень НТИ по масличным культурам ВНИИМК. 1976. Вып. 1. С. 37–39.
80. Харченко Л. Н. Влияние условий выращивания на содержание эруковой кислоты в масле сарептской горчицы. Бюллетень НТИ по масличным культурам ВНИИМК. 1968. Вып. 12. С. 45–49.
81. Шапкина Т. С. Выращивание крестоцветных промежуточных культур – резерв увеличения производства кормового растительного белка. М., 1990. 63 с.
82. Шпота В. И. О производстве горчицы. *Технические культуры*. 1991. № 7. С. 4–7.

83. Шпота В. И. О производстве горчицы. *Технические культуры*. 1991. № 11. С. 7–8.
84. Шпота В. И. Особенности первичного семеноводства низкоэруковой горчицы *Масличные культуры*. 1984. № 2. С. 39–45.
85. Шпота В. И., Коновалов Н. Г. *Масличные культуры*. 1985. № 1. С. 33–34.
86. Шпота В. И. Перспективные культуры. *Масличные культуры*. 1981. № 6. С. 26–27.
87. Шувар І. А., Бойко І. Є., Лис Н. М., Верещинський Р. А. Гірчиця біла та її ефективно використання в біологізації землеробства. Львів : ЛНАУ, 2009. 69 с.
88. Алексеев А. П., Мелентьева К. М. Особенности налива и маслообразования горчицы. *Зерновое хозяйство*. 1974. № 12. С. 35–36.
89. Бойко Г. Т. Улучшающее семеноводство горчицы сарептской: автореф. дис. канд. с.-х. наук по специальности 06.01.05. Харьков, 1982. 23 с.
90. Медведев Г. А., Екатериничева Н. Г., Михальков Д. Е. Особенности возделывания горчицы на каштановых почвах Волгоградской области. *Вестник АПК*. 2001. № 6 (167). С. 2–3.
91. Шарапов Н. И. Новые жирнокислотные растения. М. : Наука, 1956. 112 с.
92. Шурупов В. Г., Пруцанов А. И. Семеноводство горчицы в Ростовской области : доклады V съезда Всесоюзного общества генетиков и селекционеров. М., 1987. Т. 4. С. 310.
93. Шурупов В. Г., Картамышев В. Г. Ценная масличная культура. *Технические культуры*. 1990. № 5. С. 43–45.
94. Щербаков В., Мішин С., Бакума А. Поговоримо про гірчицю. *Пропозиція*. 2001. № 2. С. 38.
95. Колючий Е., Носенко Ю. Горчичник для поля и кошелька. *Зерно*. 2009. № 1. С. 33–37.

96. Верзилин В. В., Королев Н. Н., Коржов С. И. Сидерация в условиях Центрального Черноземья. *Земледелие*. 2005. № 3. С. 10–12.
97. Вишневикий П. С. Влияние элементов технологии на формирование продуктивности горчицы : сборник статей Международной научной конференции молодых ученых и специалистов. Москва : Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. Том 1. С. 12–16.
98. Sudirman Almi, Noor Jannah. (2019) Effect of Types and Doses of Compost Fertilizer on Growth and Yield of Sawi Plants (*Brassica juncea* L.). *Journal AGRIFOR* volume 18 issue 1 on page 145. URL: <https://doi.org/10.31293/af.v18i1.4121> (дата звернення: 8.10.2020).
99. Картамышева Е. В. Проблемы и перспективы возделывания горчицы сарептской. *Земледелие*. 2006. № 4. С. 25–26.
100. Космодемьянский М. П. Горчица и агротехника ее выращивания. Сталинград, 1948. 40 с.
101. Космодемьянский М. П., Кулина Е. Н. Сарептская горчица. Волгоград : Нижне-Волжское кн. изд-во, 1967. 61 с.
102. Кубраков В. Г. Агрономическая значимость культуры горчицы. *Степные просторы*. 2001. Спец. вып. С. 16–17.
103. Лихочвор В. Зеленое удобрение из пожнивных посевов. *Зерно*. 2006. № 6. С. 60–64.
104. Замятина Н. Горчица бывает разной. *Наука и жизнь*. 2003. № 10. С. 100–103.
105. Бондаренко А. И. Сроки и способы посева горчицы в семеноводстве: автореф. дис. канд. с.-х. наук. Волгоград, 1973. 22 с.
106. Томашов О. Л., Томашов С. В. Урожайність гірчиці білої залежно від строків сівби та удобрення. Науково-техн. бюл. Ін-ту олійних культур УААН. Запоріжжя, 2007. Вип. 12. С. 240–244.
107. Абрамик М. І., Гузінович С. Й, Зозуля О. Л., Шевчук Я. І. Гірчиця. Івано-Франківськ : Симфонія-форте, 2011. 32 с.

108. Мазур В. О., Проців П. Б., Гамалій С. М., Попович Ю. В. Гірчиця. Івано-Франківськ : Симфонія-форте, 2009. 88 с.
109. Сайко В. Ф., Камінський В. Ф. Вишневський П. С. Рекомендації з вирощування ріпаку та гірчиці білої. К. : Колобіг, 2005. 34 с.
110. Козіна Т. М. Ріст та розвиток рослин і продуктивність гірчиці білої залежно від строків сівби і норми висіву в умовах Лісостепу Західного : зб. наук. пр. Білоцерківського НАУ : агробіологія. Біла Церква, 2012. Вип. 7(91).
111. Рекомендації з вирощування гірчиці в умовах Прикарпаття : посібник українського хлібороба / І. М. Кифорук. та ін., 2011.
112. 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. С. 12–13.
113. Жолобов А. Горчица в Заволжье. *Зерновые и масличные культуры*. 1967. № 5. С. 42–44.
114. Жолобов А. И. Увеличить производство семян рапса и сурепицы. *Масличные культуры*. 1988. № 5. С. 20–22.
115. Жернова Н. П. Вплив способів сівби та норм висіву на продуктивність гірчиці сарептської сорту Світлана. *Агроном*. 2012. № 1. С. 211–213.
116. 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.
117. 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.
118. 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.

119. Досвід вирощування гірчиці у НПФ «Рапсойл». URL: <http://rapsoil.ua/mustard/mustard-tehnologiya/> (дата звернення: 23.10.2020).
120. Шанский Ю. А. Агротехника высоких урожаев масличных культур на Юго-востоке. М. : Россельхозиздат, 1966. 136 с.
121. Кулина Е. Горчицу нужно сеять широкорядно. *Зерновые и масличные культуры*. 1971. № 2. С. 27–29.
122. Кулина Е. Н. О нормах высева и способах сева горчицы : научные труды. Саратов, 1975. Вып. 34. С. 135–141.
123. Выращивание сарептской горчицы в условиях юга Степи Украины : информационный листок. Запорожский МТЦНТИ, 1990. 4 с.
124. Кулина Е. Н. Влияние норм высева и способов посева горчицы на урожая. *Агротехника масличных культур*: сб. научных работ отдела земледелия. Краснодар, 1968. С. 219–223.
125. Малахов Г. Н. Совершенствование технологии возделывания горчицы, рапса и рыжика в условиях Западной Сибири : автореф. дис. док. с.-х. наук. Новосибирск, 1991. 29 с.
126. Клеев М. М., Усалко И. Н. Формирование урожая зеленой массы горчицы белой в зависимости от способов посева при различных нормах высева. *Приемы повышения урожайности сельскохозяйственных культур в Калмыцкой АССР* : сборник статей. Элиста, 1977. 260 с.
127. Кононов В. М. Агробиологическое обоснование основных приемов возделывания горчицы на светло-каштановых почвах Юго-Востока : дис. канд. с.-х. наук. Краснодар, 1972. 128 с.
128. Сарнецкий Г. А. Масличные и эфиромасличные культуры. К. : Урожай, 1983. 152 с.
129. Chavan S. A. Effects of dates of sowing, plant densiti and levels of nitrogen on mustard / S.A. Chavan, V.M. Kanade, P.P. Shinde, S.A. Khavilkar. *J. Magarashtra agr. Univ.* 1989. № 9. P. 12–14.
130. Dhilon N.S. Critical limits of nitrogen and phosphorus in mustard / N.S. Dhilon, A.S. Vig, M.S. Gill. *J. Indian Soc. Soil Sc.* 1988. № 8. P. 44–46.

131. Rollier M. Rekolte et andianage du colza / Rollier M. *Le produktieur agr. fr.* 1981. № 57. P. 292.
132. Шатилов И. С, Замаев А. Г., Чаповская Г. В. Баланс питательных веществ в севообороте и программирование урожаев полевых культур Программирование урожаев с.-х. культур. Казань : Татарское книжное изд-во, 1984. С. 31–40.
133. Прянишников Д. Н. Агрохимия. Избранные сочинения. М. : Колос, 1965, Т.1. 767 с.
134. Панников В. Д., Минеев В. Г. Почвы, климат, удобрения и урожай. М. : Колос, 1977. 409 с.
135. Smilde K.W. Establishment of fertilizer recommendations of the basis of soil tests Soiltest calibration in West Asia and North Africa, 1988. P. 1–11.
136. Панников В. Д. Почвы, удобрения, урожай. М. : Колос, 1964. 103–311.
137. Головенко В. И. Влияние норм высева семян льна-долгунца сорта К-6 в сочетании с нормами минеральных удобрений на формирование урожая и качество продукции при выращивании его на товарные и семенные цели : автореф. дисс. кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.09. Киев, 1991. 26 с.
138. Каюмов М. К. Справочник по программированию урожаев. М. : Россельхозиздат, 1977. 192 с.
139. Современное состояние и перспективы химизации земледелия в Ивановской области Рациональное использование удобрений и физиологически активных веществ в Ивановской области / Г. Н. Ненайденко и др. Л., 1986. С. 6–7.
140. Rika Yuyu Agustini. (2019). Effect on Growth and Yield of Mustard (*Brassica juncea*) to Addition of Coal Bottom Ash and Organic Matter Journal AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian volume 2 issue 1 on pages 40 to 43. URL: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v2i1.17> (дата звернения: 4.11.2020).

141. Степанова Т. В. Влияние соотношений элементов минеральных удобрений на химический состав и урожай горчицы белой и ярового рапса : Сб. работ ВИР. Вып. 2, 1958. С. 28–32.
142. Корогодова Н. С, Шульцева Г. П. Минеральные удобрения. М. : Колос, 1975. С. 187–188.
143. Алексеев А. П., Мелентьева К. М. Влияние минерального питания на продуктивность и поступление питательных веществ в растение сарептской горчицы в зоне недостаточного увлажнения. *Агрoхимия*. 1975. № 1. С. 114–121.
144. Алексеев А. П., Мелентьева К. М., Особенности налива и маслообразования горчицы. *Зерновое хозяйство*. 1974. № 12. С. 35–36.
145. Мечетная В. Н. Некоторые вопросы биологии и агротехники белой горчицы : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук. Харьков, 1960. 18 с.
146. Соболева М. П. Физиологические особенности питания льна и применения удобрений : автореф. дисс. к. с.-х. н. М. : ТСХА, 1949. 23 с.
147. Masierowska M. L. (2003) Floral nectaries and nectar production in brown mustard (*Brassica juncea*) and white mustard (*Sinapis alba*) (Brassicaceae). *Plant Syst. Evol.* 238: 97–107. URL: doi 10.1007/s00606-002-0273-2 (дата звернення: 8.09.2020).
148. Цаде А. Растениеводство. Москва, 1937. 500 с.
149. Чичкань Т. Н. Оптимизация азотного питания полевых капустовых культур на выщелоченном черноземе Лесостепи Западной Сибири : автореф. дис. канд. с.-х. наук. Новосибирск, 2001. 17 с.
150. Позин М. Е. Технология минеральных удобрений. Л. : Химия, 1974. С. 56–66.
151. Кореньков Д. А. Минеральные удобрения и их рациональное применение. М. : Россельхозиздат, 1983. 176 с.
152. Корнійчук П. В. Технологія виробництва олії та її якість. Запоріжжя : Інститут олійних культур, 2005. 243 с.

153. Виноградов А. С. Удобрения мощный фактор повышения урожая льна-долгунца. М. : Колос, 1956. 42 с.
154. Іванкін М. М. Особливості технології виробництва олії та її якість. *Степове землеробство*. 1987. № 6. С. 31–32.
155. Авдонин Н. С. Почвы, удобрения и качество растениеводческой продукции : научные труды ВАСХНИЛ. М. : Колос, 1979. 66 с.
156. Зотова Е. Ю. Разработка основных элементов технологии возделывания горчицы : *Актуальные проблемы науки в с.-х. производстве*. Иваново, 1995. 93. 94 с.
157. Харченко Л. Н. Индивидуальная изменчивость качественного состава масла у сарептской горчицы. *Физиология растений*. 1970. Т. 17. Вып. 3. 599–604.
158. Дмитриева А. И. Строение стебля в связи с агротехническими воздействиями. *Лён и конопля*. 1958. № 4. 25–28.
159. Пейве Я. В., Радов А. С., Егоров В. Е. Удобрения в льноводстве. М.: Сельхозиздат, 1936. 5, 93, 215.
160. Возделывание рапса и сурепицы по интенсивной технологии / Б. П. Мартынов и др. М. : Россельхозиздат, 1986. 20 с.
161. Kolek I., Lacok P. *Dynamica prijimania zivin u Lonu Biologia CSSR*, 1958, 8. P. 5–10.; Pandey R. Chanaes in nitrogenous fractions as affected by phosphorus and potassium deficiencies in various party of *Linum usitatissimum* L. *Indian I. Plant Physiol*, 1975. № 1. P. 71–79.
162. Прянишников Д. Н., Якушкин И. В. Растения полевой культуры. М.: Гос. изд-во колхозной и совхозной литературы, 1936. 32–36.
163. Хотчинский Н. Н. Агротехника горчицы. *Агротехника и селекция масличных культур*. 1939. С. 12–14.
164. Оксимець О. Л., Ларіна В. І. Вплив добрив та строків сівби на ріст гірчиці білої. Ін- т землеробства УААН : зб. наукових праць. К. : Екмо, 2003. С. 87–91.

165. Лебедев В. Н. Минеральное питание, рост и продуктивность горчицы белой (*Sinapis alba* L.) при инокуляции семян ассоциативными ризобактериями : автореф. дисс. на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.04; 03.00.07. Санкт-Петербург-Пушкин, 2008. С. 17–18.
166. Мастеров А. С. Караульный Д. В., Плевко Е. А. Урожайность и качество семян горчицы белой в зависимости от применения микроудобрений и регуляторов роста. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии : научно-методический журнал*. 2014. № 3. С. 64–68.
167. Шлапунов В. Н. В. А. Радовня Крестоцветные культуры - дополнительный источник белка в условиях Полесской зоны Беларуси. *Проблемы дефицита растительного белка и пути его преодоления : материалы Международной научно-практической конференции*. Минск, 2006. С. 168–173.
168. Wiernicka J. *Gorzycza biala : uprawa na nasiona* / Wiernicka J.; Osrodek Doradztwa Rol. w Sandomierzu. - Sandomierz : *Mala Poligrafia*, 1994. № 7. 580 p.
169. Томашов С. В., Томашова О. Л. Оптимизация сроков сева и минерального питания горчицы белой в условиях Крыма. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2015. № 6 (56), ч. 1. С. 38–40.
170. Влияние срока посева на урожайность и фитосанитарное состояние горчицы белой / А. С. Веретенникова; рук. Л. А. Ленточкина, Е. Д. Лопаткина. *Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*. 2011. № 1 (26). С. 49–51.
171. Синих Ю. Н., Х. Х. Хайрулин. Содержание питательных веществ в горчице белой при разных сроках посева. *Аграрная наука*. 2014. № 10. С. 11–12.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальна частина роботи була виконана упродовж 2016–2018 рр. на дослідних ділянках та лабораторіях Сумського національного аграрного університету, які знаходяться в північно-східній частині Лісостепу України. Дослідні ділянки Сумського НАУ розміщені в межах м. Суми і належать до Лісостепової природно-кліматичної зони.

Науково-дослідна робота виконана за завданнями тематичних планів та в рамках державної наукової теми: Сумського національного аграрного університету «Оптимізація елементів технології вирощування гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України», державний реєстраційний номер 0115U001051.

Основні елементи досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджені в господарствах Сумської та Полтавської областей, зокрема в ФГ «Соловей Р. В.» та ТОВ «Полтава-Сад» на загальній площі 45 га.

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень

Ґрунтово-кліматичні умови Сумської області сприятливі для нормального росту та розвитку рослин озимого ріпаку та відповідають його біологічним вимогам. Зокрема, достатньо висока родючість ґрунтів, їх задовільна водо- та повітропроникність, достатня кількість опадів і температурний режим. Найпосушливішою є друга половина літа і осінній період, що створює несприятливі умови для одержання сходів, укорінення та розвитку озимих культур.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий глибоко середньо-гумусовий крупнопилувато-середньосуглинковий на лесових породах. Вміст гумусу за Тюрніним 4,1–4,5 %; рН сольове 6,0–6,2. Вміст легкогідролізованого азоту за Корнфілдом – 120 мг/кг, рухомих сполук P_2O_5 і K_2O за Чириковим –

202 мг/кг та 85 мг/кг відповідно. Безпосередньо на дослідній ділянці було проведено відбір ґрунту та здійснено його агрохімічний аналіз.

Клімат Сумщини – помірно континентальний. Зима починається з середини листопада. Погода в цей період мінлива, морози змінюються потеплінням, сніг – дощем. З середини грудня встановлюється сніговий покрив, який до лютого має висоту 20–35 см. Середня температура найхолоднішого місяця (січня) мінус 7–8 °С. Зима на Сумщині нестійка: холодні періоди до 20 °С морозу можуть змінитися короткостроковою відлигою. При цьому температура повітря може підвищитися до +4, +5° тепла, а сніг на полях може зникнути зовсім.

Весна починається з кінця березня. Початок літа в області можна віднести до середини травня. Літо помірно тепле. Найтепліший місяць – липень. Його середньодобова температура на півночі +18,6 °С, на півдні +20°С. Улітку температура повітря може підвищитися до +32 °С, +37 °С.

Середньорічна кількість опадів по області коливається у межах 510–590 мм, більше опадів (близько 60 %) випадає в теплу пору року. Найбільш дощовим місяцем вважається липень (60–80 мм), менше всього опадів випадає в лютому (25–30 мм).

Для Сумської області, як і для інших районів України, характерні несприятливі кліматичні явища: засухи, суховії, шквалисті вітри, ожеледиця тощо. Найнебезпечнішим явищем є засухи. Великої шкоди завдають приморозки навесні – ранкове та вечірнє зниження температури повітря нижче 0 °С за позитивних температур вдень.

2.2. Погодні умови в роки проведення досліджень

Для характеристики погодних умов користувались даними Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України.

За аналізом погодних умов період вегетації 2016 року відрізнявся надмірною кількістю опадів навесні, що перебільшило середні багаторічні

показники у квітні на 18 мм та найбільше у травні на 99,1 мм. Літо характеризувалося недостатньою кількістю опадів у червні та липні, опадів випало менше на 3,4 та 13,8 мм, у серпні опадів випало більше, що перевищило багаторічні показники на 67,8 мм. Температура повітря перевищила багаторічні показники за всіма місяцями періоду вегетації гірчиці, зокрема найбільше у квітні та липні – на 3,0 °С.

За період вегетації (квітень–серпень) сума ефективних температур вище +5 °С становила 2854,4 °С, сума активних температур понад 10 °С – 2793,0 °С, а сума опадів 445,8 мм.

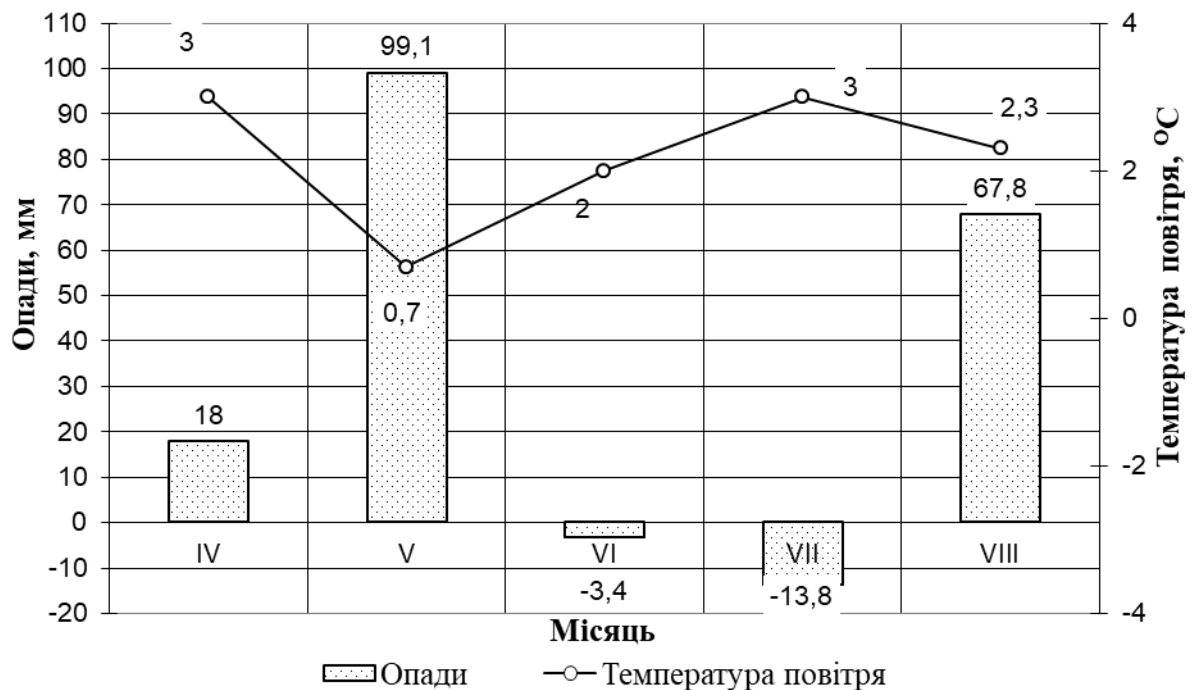


Рис. 2.1. Відхилення від середніх багаторічних опадів і температур повітря за 2016 р.

За аналізом погодних умов періоду вегетації 2017 року було виявлено, що рік був з недостатньою кількістю опадів (рис. 2.2). Порівняно з середніми багаторічними даними навесні у квітні опадів випало менше на 26,6 мм, у травні на 22,6 мм. У літній період дефіцит вологи спостерігали у червні та серпні, опадів випало менше на 33,8 мм та 41,9 мм відповідно, а у липні кількість опадів перевищила середньорічні показники на 1,7 мм.

За період вегетації (квітень–серпень) сума ефективних температур вище $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ становила $2668,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, сума активних температур понад $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $2491,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, а сума опадів $148,0\text{ мм}$.

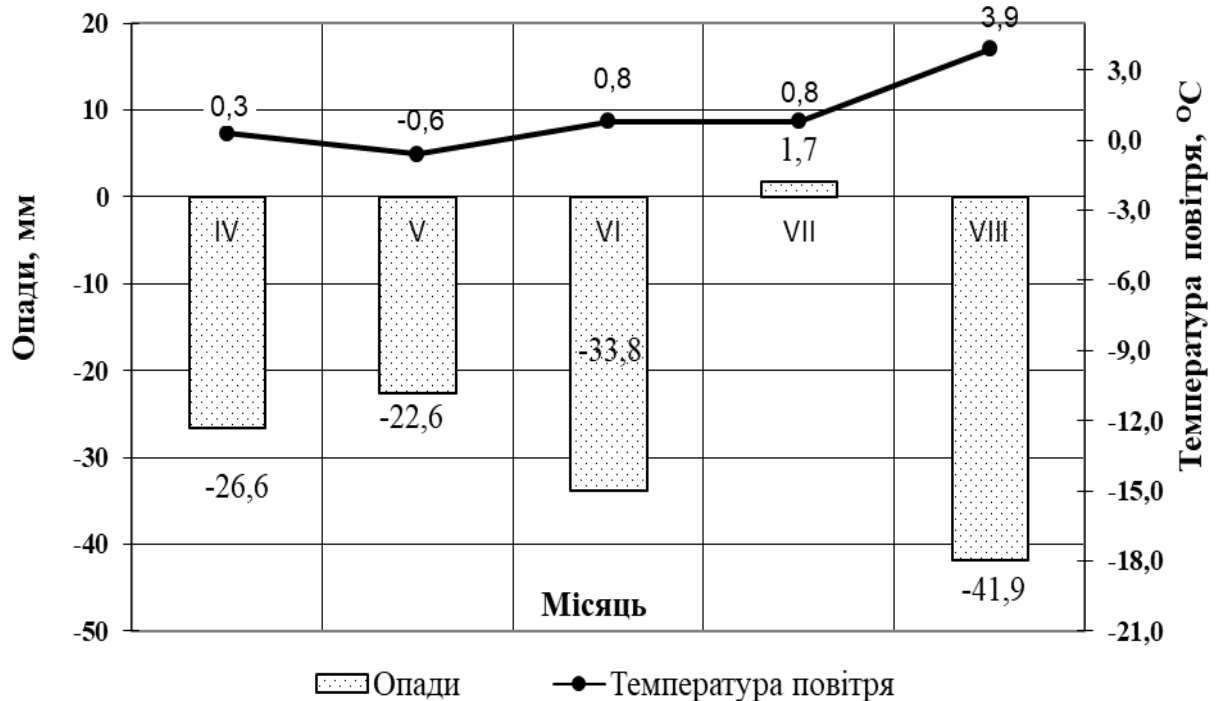


Рис. 2.2. Відхилення від середніх багаторічних опадів і температур повітря за 2017 р.

Період вегетації 2018 року характеризувався недостатньою кількістю опадів та підвищеною температурою за всіма місяцями. У квітні та травні кількість опадів була меншою за середньорічні дані на $17,2\text{ мм}$ та $35,4\text{ мм}$ відповідно, а температура повітря була вищою на $2,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ відповідно.

У літній період спостерігали недостатню кількість опадів за всіма місяцями. У червні та липні опадів випало менше на $29,5\text{ мм}$ та $17,0\text{ мм}$ відповідно. Найбільший дефіцит вологи фіксували у серпні – $3,6\text{ мм}$, що менше від середньорічних показників на $53,4\text{ мм}$. Температура повітря за всіма місяцями перевищувала багаторічні показники, у червні та липні на $2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ відповідно, у липні на $3,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Сума позитивних температур за період аналізу становила 2980,5 °С, сума активних температур – 2935,6 °С, сума опадів –141,5 мм.

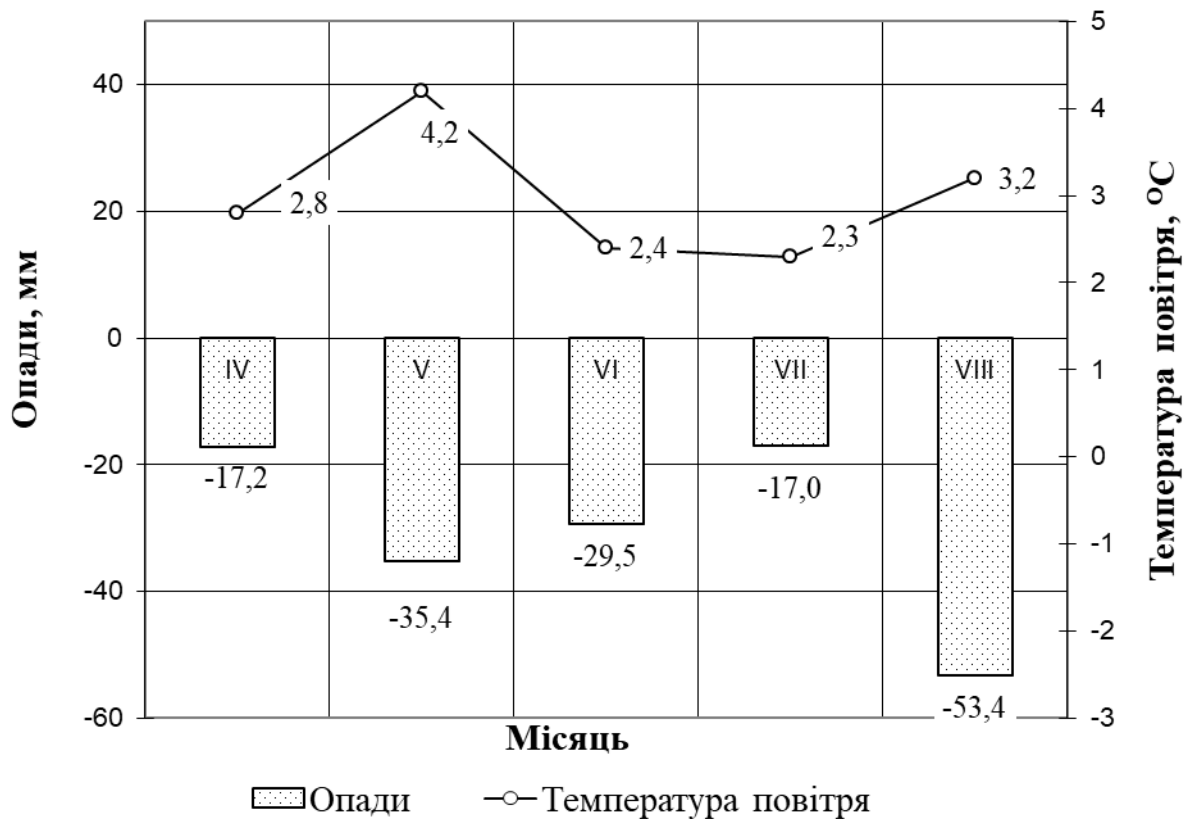


Рис. 2.3. Відхилення від середніх багаторічних опадів і температур повітря за 2018 р.

Для кращого аналізу досліджуваних років використовували коефіцієнт суттєвості відхилень.

Для кращої характеристики умов зволоження території використовували гідротермічний коефіцієнт (ГТК) Селянинова, який обчислювали за формулою [2]:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum p \cdot 10}{\sum t},$$

де $\sum p$ – сума опадів за період із температурою повітря понад 10°;

$\sum t$ – сума температур понад 10° за цей самий період.

Чим нижче показник ГТК, тим посушливіша місцевість.

Якщо ГТК < 0,4 – дуже сильна посуха;

ГТК від 0,4 до 0,5 – сильна посуха;

ГТК від 0,5 до 0,6 – середня посуха;

ГТК від 0,7 до 0,9 – слабка посуха;

ГТК від 1,0 до 1,5 – достатньо волого;

ГТК > 1,6 – надмірно волого.

Режими зволоження досліджених років наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Сума активних температур, сума опадів та гідротермічний коефіцієнт за роки досліджень в умовах ННВК СНАУ (квітень–серпень, 2016–2018 рр.)

Рік	Сума активних температур, °С	Сума опадів, мм	ГТК	Рік за зволоженням
2016	2793	445,8	1,60	Вологий
2017	2491,0	148,0	0,59	Сухий
2018	2935,6	135,7	0,46	Сухий
Середнє багаторічне (1979–2009)	2568	294,0	1,21	Нормальний

За результатами розрахунку гідротермічного коефіцієнта було виявлено, що умови періоду вегетації 2016 року були вологими, умови 2017 та 2018 років за температурним та режимом зволоження були сухими.

Для більш детальної характеристики періоду вегетації досліджуваних років був розрахований гідротермічний коефіцієнт за місяцями вегетації, що дозволило більш детально охарактеризувати умови вирощування гірчиці білої за 2016–2018 рр. в умовах північно-східного Лісостепу України.

За гідротермічним коефіцієнтом період вегетації 2016 року характеризувався надмірними опадами за окремими місяцями, зокрема надмірно волого було в травні (ГТК=3,04) та в серпні (ГТК=1,87). Достатньо волого було у квітні (ГТК=1,45) та червні (ГТК=1,02). Слабку посуху спостерігали у липні (ГТК=0,86).

Таблиця 2.2

Сума активних температур, сума опадів та гідротермічний коефіцієнт в умовах ННБК СНАУ (квітень–серпень, 2016–2018 рр.)

Рік Місяць	2016			2017			2018		
	Сума активних температур	Сума опадів	ГТК	Сума активних температур	Сума опадів	ГТК	Сума активних температур	Сума опадів	ГТК
Квітень	290,7	42,1	1,45	142,3	0,9	0,06	293,6	17,0	0,58
Травень	503,8	153,1	3,04	395,2	17,0	0,43	614,4	18,6	0,30
Червень	622,9	63,6	1,02	587,1	33,2	0,57	635,7	37,5	0,59
Липень	720	62,2	0,86	650,3	77,7	1,19	697,7	59,0	0,85
Серпень	667,4	124,8	1,87	716,1	15,1	0,21	694,2	3,6	0,05

Дуже сильною посухою в період вегетації 2017 року відрізнялися квітень (ГТК=0,06) та серпень (ГТК=0,21). Сильну посуху спостерігали в травні (ГТК=0,43) та червні (ГТК=0,57). Нормальними умовами, або умовами з достатнім рівнем зволоження, був відмічений лише липень (ГТК=1,19).

Період вегетації 2018 року характеризувався посушливими умовами, найбільшу посуху спостерігали у серпні (ГТК=0,05) та травні (ГТК=0,30). Середня посуха (ГТК=0,58– 0,59) була відмічена у квітні та червні. Слабку посуху спостерігали у липні (ГТК=0,85).

2.3. Об'єкт, схема та методика проведення досліджень

Експериментальну частину щодо встановлення впливу елементів технології вирощування гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України проводили шляхом польових та лабораторних досліджень.

Об'єкт дослідження – процес оптимізації формування продуктивності гірчиці білої залежно від сортових особливостей, досліджуваних елементів технології вирощування та погодних умов.

Предмет дослідження – сорти гірчиці білої вітчизняної селекції; норми мінеральних добрив та висіву насіння, погодні умови, економічна та енергетична ефективність досліджуваних елементів технології вирощування.

Запоріжанка. Оригінатор – Інститут олійних культур НААН України. У Реєстрі сортів рослин України з 2011 року. Ранньостиглий сорт гірчиці. Тривалість вегетаційного періоду – 90 діб. Висота рослин – 140 см. Потенційна урожайність – 2,0 т/га. Збільшена маса 1 000 шт. насінин – до 7–8 г. Вміст олії у насінні – 30 %. Покращені біохімічні показники – на 50 % знижено вміст ерукової кислоти. Можливе використання на сидерати. Сорт стійкий проти вилягання рослин та осипання насіння, проти хвороб та шкідників. Технологічний, придатний для механізованого вирощування. Рекомендовано для вирощування в Степовій, Лісостеповій та Поліській зонах України.

Еталон. Оригінатор сорту: ННЦ «ІЗ НААН України». Сорт створений методом гібридизації з подальшим індивідуально-сімейним добором. Призначення сорту: отримання продовольчої олії і шроту для виробництва гірничного 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 1 000 шт. насінин – 3,5–4,0 г. Стійкий до вилягання і осипання насіння. Середньостійкий до шкідників і хвороб. Урожайність насіння становить 2,5 т/га. Вміст ерукової кислоти в олії – до 15,6 мкмоль/г. Потенційна врожайність сорту становить понад 3,0 т/га. Сорт занесений до Реєстру сортів рослин України з 2003 року. Рекомендований до вирощування в Степу, Лісостепу і Поліссі.

Ослава. Оригінатор – Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України. Створений методом індивідуально-сімейного добору з сорту Кароліна на фоні пізньовесняних строків сівби. Занесений до Реєстру сортів рослин України з 2012 року. Рекомендується до використання як кормова, технічна та сидеральна культура. Характеризується підвищеною кормовою та насінневою продуктивністю. Вегетаційний період: до укісної стиглості – 40–45 днів, до збирання насіння – 85–95 днів. Урожай: сухої речовини зеленої маси – 6,0–6,5 т/га, насіння – 2,8–3,0 т/га. Вміст у сухій

речовині зеленої маси і сухої речовини: сирого протеїну – 18–19 % клітковини – 21–22 %. Вміст у сухій речовині насіння: олії – 26–28 %, сирого протеїну – 28–30 %. Рекомендована зона вирощування – Полісся, Лісостеп і Степ.

Біла принцеса. Оригігатор сорту: ННЦ «ІЗ НААН України». Сорт створений методом гібридизації з подальшим індивідуально-сімейним добороом. Призначення сорту: отримання продовольчої олії і шроту для виробництва гірничного порошку. Висота рослини 125–145 см. Стебло округле, товщиною 7–8 мм, на якому розміщено 6–7 гілок першого порядку. Тривалість вегетаційного періоду 105–110 днів. Плід – стручок довжиною 2–3,5 см, у якому розміщується 3–4 насінини округлої форми світло-жовтого кольору. Маса 1 000 шт. насінин – 4,8 г. Стійкий до вилягання і до осипання насіння. Середньостійкий до шкідників і хвороб. Врожайність насіння становить близько 3,2 т/га. Вміст ерукової кислоти в олії – до 15,6 мкмоль/г. Вміст олії в насінні – 40 %. Сорт переданий до державного сортовипробовування в 2016 році.

За темою дисертаційної роботи проведено трифакторний польовий дослід.

Схема дослід. Фактор А – сорти гірчиці білої: Біла принцеса; Запоріжанка; Еталон; Ослава; фактор В – норми мінеральних добрив: контроль (без добрив); $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$; фактор С – норми висіву: 1,0; 1,5; 2,0 і 2,5 млн шт./га.

Параметри дослід: $l_a = 4$, $l_b = 4$; $l_c = 4$; $n=4$, площа облікової ділянки 25 м². Ділянки розміщені методом організованих повторень.

Під час проведення досліджень технологія була загальноприйнятою для зони досліджень, окрім елементів, що вивчались [3]. Попередник – зернові колосові. Спосіб сівби – рядковий з міжряддям 15 см.

Догляд за посівами передбачав захист їх від шкідників та бур'янів. Обприскування від хрестоцвітих блішок та ріпакового квіткоїда проводили в період вегетації культури препаратом Нурел Д нормою 0,5 л/га, від злакових

бур'янів – Галера Супер, РК нормою 0,2 л/га та страховим гербіцидом Бутізан 400 нормою 2,0 л/га.

Полеві досліді проводились згідно з Методикою польового досліді за Доспеховим [4, 5]. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин гірчиці проводили відповідно до «Методики Державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [9]. Виміри проводили за настання фаз розвитку: розетка, бутонізація, повне цвітіння, утворення стручків.

Визначення динаміки лінійного росту проводили на попередньо маркованих рослинах.

Нарощення сирої біомаси спостерігали шляхом зважування рослин з площі 0,25 м² у трьох місцях кожної ділянки, у кожному визначенні, паралельно відбираючи по 10 типових рослин для подальшого встановлення маси листків і стебел. У визначенні врожайності сухої речовини рослини подрібнювали та із загальної маси відбирали три зразки по 100 г, які висушували в сушильній шафі за температури 100–105 °С з подальшим розрахунком за формулою:

$$X=(B_1-B_2)/(B_1-B),$$

де X – вміст абсолютно сухої речовини, %;

B – маса буюкса, г;

B₁ – маса буюкса з наважкою до висушування, г;

B₂ – маса буюкса з наважкою після висушування, г.

Визначення площі листків гірчиці проводили методом «висічок» [6], який базується на визначенні площі і маси 50 висічок, а також маси листової поверхні всієї проби у лабораторних умовах на зрізаних рослинах і подальших розрахунків за формулою

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

де S – загальна площа листків, см²;

S₁ – площа однієї висічки, см²;

P – загальна маса листків, г;

P_1 – маса висічок, г;

n – число висічок, шт.

Чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали згідно з методикою [6] за фазами розвитку рослин діленням приросту фітомаси за певний проміжок часу на середню площу листків за формулою

$$\Phi_{\text{ч}} = \frac{2 \cdot (B_2 - B_1)}{(L_1 + L_2) \cdot T}$$

де $\Phi_{\text{ч}}$ – чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), г/м² за добу;

B_1 і B_2 – вага сухої речовини з 1 м² посіву на початку і в кінці облікового періоду, г/м²;

L_1 і L_2 – площа листкової поверхні за цей період, м²;

T – тривалість облікового періоду, діб.

Розрахунок фотосинтетичного потенціалу культури проводили за формулою [6]:

$$\text{ФП} = ((L_1 + L_2) \times n_1 + (L_2 + L_3) \times n_2 + \dots + (L_{n-1} + L_n) \times n_n) / 2,$$

де ФП – фотосинтетичний потенціал, м² діб/га;

L_n – площа листкової поверхні у відповідний період, м²/га;

n_n – кількість діб між попереднім і наступним обліковими періодами.

Вміст хлорофілу в листках визначали шляхом приготування розчину в спиртовій витяжці з подальшим визначенням на спектрофотометрі ULAB 102 (УЛАБ 102) [9].

Лабораторну схожість, масу 1 000 шт. насінин – згідно з ДСТУ 4138-2002 [7].

Облік урожаю проводили суцільно з кожної облікової ділянки.

Елементи структури врожаю визначали за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [8].

Вміст олії визначали за допомогою інфрачервоного аналізатора SupNir 2700 (Сапнір 270) – згідно з ДСТУ 4117:2007 «Зерно та продукти його

переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії» [10].

Для визначення структури врожаю і хімічного аналізу насіння гірчиці з кожного варіанта досліду відбирали по два модельні снопи, які містили типові для варіанта рослини, і висушували їх до повітряно-сухого стану. При цьому підраховували кількість плодкових гілок I порядку, кількість стручків на рослині, кількість насінин у стручку, загальну насінневу продуктивність рослини.

Аналіз структури врожаю проводили за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [8]. Збирання культури проводили подільночно прямим комбайнуванням Massey Ferguson 307 (Майсей Фергусон) у період, коли колір основного стебла та стручків був жовтим, а листя обпало, з одночасним зважуванням насіння за варіантами досліду і відбором зразків для визначення вологості та чистоти. Урожай доводили до 100 % чистоти та 10 % вологості насіння.

Статистичний аналіз результатів досліджень проводили за допомогою дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізу з використанням комп'ютерних програм Exell, Agrostat, Statistica-8 [11, 12].

Економічну оцінку досліджуваних факторів проводили за методикою визначення економічної ефективності в сільському господарстві за цінами, які склалися на вересень 2019 р. Визначали витрати на 1 га, собівартість 1 т насіння, чистий прибуток і рівень рентабельності [13].

Енергетичну оцінку здійснювали за методиками А. К. Медведовського і П. І. Іваненка та ін. [14].

Висновки до розділу 2

1. Ґрунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень є типовими для північно-східного Лісостепу України, проте останніми роками спостерігаються недостатня кількість опадів та підвищена температура повітря, особливо влітку. Проте, незважаючи на це, умови є сприятливими для

вирощування гірчиці білої.

2. Динаміка погодних умов періоду дослідження 2016–2018 рр. охоплює показники середньобаторічних даних та річні коливання, що свідчить про типовість умов, у яких були проведені експериментальні дослідження.

3. Тенденція до підвищення середньодобової температури у весняно-літній період обумовлює більш інтенсивне проходження фенологічних фаз та швидше досягання. Отже, достатня сума температур і опадів дозволяє реалізувати біологічний потенціал гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України.

4. Програмою досліджень передбачена достатня кількість обліків, спостережень і аналізів, які дозволять глибоко і всебічно розкрити сутність дії досліджуваних факторів, а отримані результати – оптимізувати технологію вирощування гірчиці сизої в умовах північно-східного Лісостепу України.

Список використаних джерел до розділу 2

1. Дмитренко В. П. Погода, клімат і урожай польових культур. К. : Ніка – Центр, 2010. 620 с.
2. Клімат України: у минулому...і майбутньому? / М. І. Кульбіда та ін.; за ред. М. І. Кульбіди, М. Б. Барабаш : монографія. Київ : Сталь, 2009. С. 85–98.
3. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / В. М. Зубець та ін.; за ред. В. М. Зубця. К. : Логос, 2004. 776 с.
4. Вишнівський П. С. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами / В. Ф. Сайко та ін.; за ред. П. С. Вишнівського. Київ, 2011. 76 с.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 350 с.
6. Ничипорович А. А. Основы фотосинтетической продуктивности растений. *Современные проблемы фотосинтеза*. М. : МГУ, 1973. С. 5–28.
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. 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.
9. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. Л. : Колос, 1972. 456 с.
10. ДСТУ 4117:2007. Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії. Дата введення в дію 1.08.2017. 7 с.
11. Ермантраут Е. Р. Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica-6 : методичні вказівки. Київ, 2007. 55 с.

12. 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.

13. Ковальчук М. І. Економічний аналіз у сільському господарстві : навч.-метод. пос. для самот. вивч. дисц. Київ : КНЕУ, 2002. 282 с.

14. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.

РОЗДІЛ 3

РІСТ ТА РОЗВИТОК ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ, НОРМ ВИСІВУ ТА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

3.1. Тривалість періоду вегетації гірчиці білої залежно від сортових особливостей, норм висіву та мінеральних добрив

У періоді розвитку рослин гірчиці виділяють такі основні фази: сходи, фаза розетки (період від сходів до початку стеблуння), фаза цвітіння (від початку до кінця цвітіння), фаза дозрівання (від кінця цвітіння до повної стиглості). Умови проходження кожної з цих фаз відіграють значну роль у визначенні рівня врожаю і, отже, зумовлюють перспективність і технологію вирощування культури в конкретній ґрунтово-кліматичній зоні.

Багато науковців стверджують, що технологічні прийоми можуть значно впливати на проходження фаз розвитку культур. Зокрема, у разі доброго забезпечення рослин мінеральним живленням та за умов гарного зволоження ґрунту період вегетації може подовжуватися до 7 діб. Інші дослідники вважають, що внесення мінеральних добрив може прискорювати період вегетації, що пояснюється кращими умовами росту завдяки забезпеченню азотом та іншими поживними речовинами [1, 2].

Утім за посушливих умов та у міру загушення рослин прискорюється період дозрівання. Проте, на думку інших науковців, загущені посіви можуть також привести до подовження окремих фаз розвитку рослин, тим самим подовжуючи період вегетації [2, 3].

Тривалість вегетаційного періоду має важливе значення, бо цей показник впливає на продуктивність рослин. Новостворені сорти повинні гарантувати досягання за оптимальних прийомів технології вирощування та при мінімальних енергетичних затратах [4].

Фаза розетки у гірчиці зазвичай чітко виражена в прохолодну весну і за достатнього зволоження ґрунту, такі погодні умови спостерігалися у 2016 році. Добре розвинена розетка є обов'язковою умовою для отримання

гарного врожаю. Тривалість цієї фази залежно від погодних умов року може коливатися від 16 до 25 діб.

Тривалість фази цвітіння визначається температурою повітря і кількістю опадів у цей період. Тому фаза цвітіння у гірчиці може тривати до 39 діб, а в роки з високою температурою повітря і недостатньою кількістю опадів, зокрема 2017–2018 рр., може скорочуватися до 15–20 діб. Оскільки гірчиця збирається роздільним способом, то при визначенні фази дозрівання враховується не повна, а воскова стиглість. Тривалість цієї фази становить у середньому 20 днів із різким відхиленням від середньої величини в роки, різні за погодними умовами. Повна воскова стиглість відзначається при дозріванні 100 % стручків у нижній частині центральної гілки.

За результатами фенологічних спостережень було виявлено, що на період вегетації гірчиці білої значно впливали прийоми технології вирощування та сортові особливості культури (табл. 3.1).

Фенологічні спостереження та біометричні виміри показали, що сходи у всіх варіантах досліджу з'являлися майже одночасно з різницею в одну–дві доби, що пояснюється високими посівними якістьми насіння.

У середньому за роки досліджень найдовший період вегетації в умовах північно-східного Лісостепу України зафіксовано у сорту Біла принцеса – 92 доби. У сортів Запоріжанка та Ослава період вегетації становив 87 діб. Найкоротший період вегетації відмічено у сорту Еталон 84 доби.

Застосування добрив збільшувало період вегетації в середньому у сорту Біла принцеса на 2–6 діб. Найменший період вегетації зафіксовано на контрольному варіанті, в середньому на 89 діб. Застосування добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало період вегетації на 2 доби порівняно з контролем, а за норм $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 4 та 6 діб відповідно. Збільшення норм висіву зменшувало період вегетації в середньому на 2 доби. Зокрема найдовшим періодом характеризувався варіант із нормою висіву 1,0–1,5 млн шт./га. Максимальну тривалість вегетації відмічали на варіанті з нормою висіву 1,0 млн шт./га та нормою мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 97 діб.

У сорту Запоріжанка застосування добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ сприяло подовженню періоду вегетації на 3 та 5 діб відповідно. Максимальне збільшення періоду вегетації було на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ і становило 89 діб, що більше за контрольний варіант у середньому на 6 діб.

Збільшення норм висіву скорочувало період вегетації в середньому на 1–4 доби. Найдовший період відмічали на рослинах із нормою висіву насіння 1,0 млн шт./га на удобрених варіантах (88–92 доби).

Період вегетації сорту Еталон також збільшувався з покращенням мінерального живлення. У середньому на контрольному варіанті період вегетації становив 81 добу, на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 84 доби, з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 86 діб, а з нормою $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 87 діб.

Збільшення норм висіву за всіма варіантами призводило до зменшення періоду вегетації в середньому на 2–3 доби. Найтриваліший період вегетації у цього сорту зафіксовано на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та нормою висіву насіння 1,0 млн шт./га – 90 діб. Найкоротший період вегетації відмічали за норми висіву насіння 2,5 млн шт./га на контрольному варіанті – 83 доби.

У сорту Ослава спостерігали подібну тенденцію. У разі збільшення норм мінеральних добрив період вегетації збільшувався. Так, на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ період вегетації збільшувався на 2 доби, за норми добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 4 доби, а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 6 діб.

Збільшення норм висіву зменшувало період вегетації в на 1–5 діб. За норми висіву 1,0 млн шт./га період вегетації в середньому становив – 89 діб, за норми 1,5 млн шт./га – 88 діб, за норми 2,0 та 2,5 млн шт./га – 86 та 85 діб відповідно.

Таблиця 3.1

**Тривалість міжфазних періодів гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінеральних добрив, діб
(середнє за 2016–2018 рр.)**

Сорт (фактор А)	Норми добрив (фактор В)	Норми висіву (фактор С)	Тривалість міжфазних періодів, діб			Тривалість вегетації, діб (2016–2018)
			сходи – розетка	початок цвітіння – кінець цвітіння	кінець цвітіння – повне дозрівання	
Біла принцеса	Контроль	1,0	21	21	29	90
		1,5	21	21	29	90
		2,0	21	20	29	88
		2,5	21	20	29	87
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	21	22	30	93
		1,5	21	22	30	92
		2,0	21	21	29	90
		2,5	21	20	29	89
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	21	22	30	95
		1,5	21	22	29	94
		2,0	21	21	29	91
		2,5	21	21	29	90
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	21	24	30	97
		1,5	21	24	29	96
		2,0	21	23	29	94
		2,5	21	22	29	93
Запоріжанка	Контроль	1,0	20	18	27	84
		1,5	20	18	27	84
		2,0	20	18	26	83
		2,5	20	17	27	82

Продовження таблиці 3.1

	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	20	21	28	88
		1,5	20	20	28	87
		2,0	20	20	28	86
		2,5	20	19	28	84
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	20	22	28	89
		1,5	20	21	28	88
		2,0	20	21	28	87
		2,5	20	20	27	85
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	20	23	29	92
		1,5	20	22	29	90
		2,0	20	21	29	88
		2,5	20	21	27	86
Еталон	Контроль	1,0	20	17	27	83
		1,5	20	17	26	82
		2,0	20	17	26	80
		2,5	20	16	25	78
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	20	18	28	86
		1,5	20	18	27	85
		2,0	20	17	27	83
		2,5	20	17	27	82
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	20	19	28	88
		1,5	20	19	27	86
		2,0	20	19	27	85
		2,5	20	18	27	83
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	20	21	28	90
		1,5	20	20	28	88
		2,0	20	20	28	86

Продовження таблиці 3.1

		2,5	20	19	28	85
Ослава	Контроль	1,0	20	18	28	86
		1,5	20	18	27	85
		2,0	20	18	27	83
		2,5	20	17	27	82
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	20	19	29	88
		1,5	20	19	28	87
		2,0	20	19	28	86
		2,5	20	18	28	84
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	20	20	29	90
		1,5	20	20	29	90
		2,0	20	19	29	87
		2,5	20	19	28	85
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	20	21	29	91
		1,5	20	21	29	91
		2,0	20	20	29	89
		2,5	20	20	28	88

Варто відмітити, що зміни у періоді вегетації здебільшого відбувалися за рахунок фаз цвітіння та дозрівання. Так, за збільшення норм мінеральних добрив фази цвітіння та дозрівання подовжувалися на 1–4 доби, а за збільшення загущеності посіву навпаки зменшувалося на 1–2 доби.

3.2. Морфологічні параметри рослин гірчиці білої залежно від сортових особливостей, норм висіву та мінеральних добрив

Для одержання високоякісного врожаю наука і практика запропонували багато ефективних заходів, але основою всього є сорт, який має властивість швидко формувати свої господарські властивості відповідно до оптимальних умов. У багатьох випадках умови вирощування з незалежних від людини причин складаються не такими, як потрібно рослині, тому вчені й фахівці-практики запропонували багато прийомів, які допомагають створити умови, максимально наближені до оптимальних [5].

Внесення мінеральних добрив, зокрема азоту, підвищує висоту рослин, це підтверджують дослідження низки українських та закордонних науковців. Зокрема, застосування добрив, особливо азоту, впливає на висоту рослин, як наслідок, збільшуються зелена маса та вихід сухої речовини [6].

У технологічному аспекті вирощування гірчиці правильно визначена норма висіву насіння сприяє створенню нормальних умов для росту і розвитку рослин, що суттєво впливає на рівень врожаю культури і його складники. Так, надто загущені або зріджені посіви знижують урожай. У посушливі роки загущені посіви потерпають від високих температур під час наливу зерна, а в вологі – можуть вилягати, підвищується ризик ураження рослин хворобами [5, 7].

За результатами досліджень було встановлено, що в середньому найвищі рослини були у сорту Біла принцеса: у фазу розетки – 16,2 см; у

фазу бутонізації – 61,0 см; у фазу цвітіння – 86,2 см; у фазу дозрівання – 106,8 см (табл. 3. 2).

Висота рослин у сорту Ослава в середньому становила: у фазу розетки – 14,6 см; у фазу бутонізації – 58,1 см; у фазу цвітіння – 83,5 см; у фазу дозрівання – 104,8 см.

У сорту Запоріжанка в середньому висота рослин становила: у фазу розетки – 14,0 см; у фазу бутонізації – 56,7 см; у фазу цвітіння – 80,3 см; у фазу дозрівання – 101,5 см.

Найнижчими рослинами характеризувався сорт Еталон: у фазу розетки – 13,1 см; у фазу бутонізації – 55,3 см; у фазу цвітіння – 77,8 см; у фазу дозрівання – 98,5 см.

Застосування добрив підвищувало висоту рослин гірчиці білої, зокрема у сорту Біла принцеса на контрольному варіанті середня висота рослин у фазу розетки становила 13,9 см. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало висоту рослин на 2,6 см, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 3,2 см, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 3,5 см. У фазу бутонізації на контрольному варіанті висота рослин становила 58,4 см, на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ висота збільшувалася до 60,6 см, на варіантах з нормами добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 61,1 та 63,9 см відповідно. У фазу цвітіння середня висота рослин на контрольному варіанті становила 82,2 см. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало висоту рослин на 2,6 см, а за норм добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 4,7 та 8,6 см відповідно. У фазу дозрівання висота рослин набувала максимального значення. На контрольному варіанті середня висота становила 102,2 см, внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало висоту рослин до 105,4 та 108,2 см. Найвищі рослини були на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 111,4 см. Норма висіву також впливала на висоту рослин. Максимальні значення були зафіксовані на варіантах із нормою висіву 2,5 млн шт./га. Так, у фазу розетки за цієї норми висіву висота рослин варіювала від 15,2 до 18,6 см, у фазу бутонізації – від 60,1 до 64,8 см,

у фазу цвітіння – від 84,0 до 90,8 см, у фазу дозрівання – від 105,1 до 111,4 см.

У сорту Запоріжанка у фазу розетки середня висота рослин становила 12,2 см. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ у середньому підвищувало висоту рослин на 1,3 см, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 2,0 см, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 4,0 см. У фазу бутонізації середня висота рослин на контрольному варіанті становила 54,9 см. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало висоту рослин на 1,2 см, а за норм добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 2,0 та 4,4 см відповідно. У фазу цвітіння на контрольному варіанті висота рослин становила 75,2 см, на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ висота збільшувалася до 78,9 см, на варіантах із нормами добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 80,6 та 86,6 см відповідно. У фазу дозрівання на контрольному варіанті середня висота становила 96,6 см, внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало висоту рослин до 99,8 та 102,4 см, а на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 107,2 см. Збільшення норми висіву підвищувало висоту рослин. У фазу розетки найнижчі рослини в середньому були за норми висіву 1,0 млн шт./га – 13,1 см. За норми висіву 1,5 млн шт./га висота рослин збільшувалася на 0,6 см. Збільшення норми висіву до 2,0 млн шт./га підвищувало висоту рослин на 1,3 см, а за норми 2,5 млн шт./га на 1,8 см. У фазу бутонізації за норми висіву 1,0 млн шт./га середня висота рослин становила 55,1 см, за норми 1,5 млн шт./га – 56,6 см, за норми 2,0 млн шт./га – 57,2 см, а за норми 2,5 млн шт./га – 58,1 см. У фазу цвітіння висота рослин у середньому варіювала від 77,9 до 82,7 см. Найвищого значення висота набувала на варіанті з нормою висіву 2,5 млн шт./га. У фазу дозрівання найменша висота рослин зафіксована на варіанті з нормою висіву насіння 1,0 млн шт./га – 98,7 см, найвищі рослини були відмічені за норми висіву 2,5 млн шт./га – 104,2 см.

Середня висота рослин сорту Еталон у фазу розетки становила – 12,1 см. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало висоту рослин до 12,6 см, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 13,4 см, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 14,5 см. У фазу

бутонізації середня висота рослин на контрольному варіанті становила 52,4 см. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало висоту рослин на 2,5 см, а за норм добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 3,5 та 5,7 см відповідно. У фазу цвітіння на контрольному варіанті висота рослин становила 72,7 см, на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ висота збільшувалася до 77,3 см, на варіантах із нормами добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 79,0 та 82,2 см відповідно. У фазу дозрівання на контрольному варіанті середня висота становила 93,4 см, внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало висоту рослин до 97,6 та 100,0 см, а на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 103,0 см. Максимальні значення висоти рослин у цього сорту були зафіксовані на варіантах із нормою висіву 2,5 млн шт./га. У фазу розетки висота рослин варіювала від 11,1 до 15,3 см, у фазу бутонізації – від 50,1 до 60,1 см, у фазу цвітіння – від 70,2 до 84,2 см, у фазу дозрівання – від 90,7 до 105,4 см.

У сорту Ослава у фазу розетки середня висота рослин становила 12,5 см. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало висоту рослин до 13,2 см, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 15,9 см, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 16,6 см. У фазу бутонізації середня висота рослин на контрольному варіанті становила 55,7 см. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало висоту рослин до 56,7 см, а за норм добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 59,3 та 60,4 см відповідно. У фазу цвітіння на контрольному варіанті середня висота рослин становила 77,8 см, на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ висота збільшувалася до 80,4 см, на варіантах із нормами добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 86,4 та 89,4 см відповідно. У фазу дозрівання на контрольному варіанті середня висота становила 98,7 см, внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало висоту рослин до 102,3 см, а на варіантах із нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 107,6 та 110,5 см відповідно.

Таблиця 3.2

Динаміка висоти рослин гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінеральних добрив, см (середнє за 2016–2018 рр.)

Сорт (фактор А)	Норми добрив (фактор В)	Норми висіву (фактор С)	Фаза розвитку			
			розетка	бутонізація	цвітіння	дозрівання
Біла принцеса	Контроль	1,0	12,1	55,2	79,1	99,2
		1,5	13,7	58,5	82,5	101,1
		2,0	14,6	59,8	83,2	103,3
		2,5	15,2	60,1	84,0	105,1
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	14,4	58,4	83,6	103,5
		1,5	16,3	60,7	84,1	104,7
		2,0	17,2	61,3	85,0	106,3
		2,5	17,9	61,9	86,6	107,1
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	15,7	60,2	85,1	106,9
		1,5	17,2	60,9	86,9	107,3
		2,0	17,5	61,3	87,1	108,8
		2,5	18,1	61,9	88,3	109,8
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	16,4	63,1	88,6	109,6
		1,5	16,8	63,5	90,1	110,7
		2,0	17,8	64,2	91,8	112,1
		2,5	18,6	64,8	92,7	113,0
Запоріжанка	Контроль	1,0	11,4	53,2	72,4	93,5
		1,5	11,9	54,9	74,2	96,1
		2,0	12,4	55,3	76,1	97,2
		2,5	12,9	56,0	78,0	99,4
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	12,9	54,1	76,1	97,5
		1,5	13,3	55,8	78,6	99,1
		2,0	14,0	56,7	79,6	100,3
		2,5	13,4	57,4	81,2	102,4
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	13,1	55,3	78,9	99,4
		1,5	13,9	56,7	79,2	101,5
		2,0	14,4	57,2	81,2	103,6
		2,5	15,4	58,3	83,1	105,0
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	14,8	57,8	84,2	104,2
		1,5	15,7	58,9	86,1	106,5
		2,0	16,6	59,4	87,6	108,2
		2,5	17,5	60,8	88,6	109,9
Еталон	Контроль	1,0	11,1	50,1	70,2	90,7
		1,5	11,8	51,9	72,4	92,5
		2,0	12,6	53,1	73,1	94,3
		2,5	12,8	54,4	75,0	96,2
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	11,8	53,1	74,8	94,8
		1,5	12,4	54,4	76,4	96,8
		2,0	12,9	55,6	78,3	98,7
		2,5	13,4	56,7	79,8	99,9

Продовження таблиці 3.2

	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	12,5	54,2	77,5	97,6
		1,5	13,2	55,6	78,3	99,4
		2,0	13,4	56,2	79,4	100,8
		2,5	14,3	57,3	80,7	102,0
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	13,5	56,1	80,1	100,1
		1,5	14,1	57,3	81,6	102,4
		2,0	14,9	58,6	82,9	103,9
		2,5	15,3	60,1	84,2	105,7
Ослава	Контроль	1,0	11,7	53,7	75,6	97,2
		1,5	12,1	55,6	77,4	98,5
		2,0	13,7	57,5	78,6	99,1
		2,5	14,6	57,6	79,6	100,1
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	12,2	55,1	77,5	99,3
		1,5	12,4	55,8	79,4	101,9
		2,0	13,0	56,7	81,3	103,1
		2,5	13,3	58,2	83,4	104,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	13,3	57,4	81,6	102,7
		1,5	15,7	58,3	85,5	106,3
		2,0	17,2	60,1	88,4	109,5
		2,5	17,5	61,4	90,1	111,7
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	14,2	59,0	85,5	106,5
		1,5	16,4	59,3	89,7	110,5
		2,0	17,2	61,2	90,3	111,8
		2,5	18,6	61,9	92,1	113,1

Залежно від норм висіву змінювалася висота рослин. Як і на вищезазначених сортах, мінімальне значення висоти було відмічено за норми висіву 1,0 млн шт./га, максимальні значення були зафіксовані на варіантах із нормою висіву 2,5 млн шт./га. Так, у фазу розетки висота рослин варіювала від 11,7 до 18,6 см, у фазу бутонізації – від 53,7 до 61,9 см, у фазу цвітіння – від 75,6 до 92,1 см, у фазу дозрівання – від 97,2 до 113,1 см.

Варто відмітити, що на всіх досліджуваних сортах гірчиці білої найвищі рослини були відмічені за фази дозрівання на варіанті з нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀. За збільшення норми висіву підвищувалася висота гірчиці білої, що пояснюється збільшенням конкуренції між рослинами.

Окрім отримання високоякісної харчової олії, гірчиця широко відома як сидеральна та кормова культура, оскільки вона дає високі врожаї зеленої маси і добре поїдається тваринами. До того ж вона має унікальну властивість засвоювати важкодоступні форми поживних речовин із ґрунту та переводити

їх у легкозасвоювані форми, що дозволяє її використовувати як сидерат [8, 9, 10].

Також гірчиця як сидерат приваблює аграріїв завдяки великій вегетативній масі, невибагливості рослини і фітосанітарним якостям. Накопичити достатню вегетативну масу можливо за умов поєднання обґрунтованих технологічних прийомів та насамперед правильно підібраного сорту [11, 12, 13].

Установлено, що в умовах північно-східного Лісостепу України на накопичення зеленої маси рослин гірчиці білої значно впливали сортові особливості культури. Зокрема, найбільшу масу в середньому за роки досліджень формував сорт Біла принцеса, що обумовлено порівняно більшою висотою рослин цього сорту. У фазу розетки середня зелена маса становила 5,5 т/га. У фазу бутонізації зелена маса збільшувалася до 12,6 т/га. У фазу цвітіння зелена маса рослин сорту Біла принцеса набувала максимального значення і в середньому становила 26,4 т/га. У фазу дозрівання зелена маса зменшувалася, що обумовлено початком всихання листків із нижньої частини стебла, і становила 25,1 т/га (табл. 3.3).

Дещо меншим накопиченням зеленої маси характеризувався сорт Ослава. У фазу розетки середня зелена маса становила 4,9 т/га, у фазу бутонізації – 11,4 т/га, у фазу цвітіння – 24,0 т/га та у фазу дозрівання – 22,8 т/га.

У сорту Запоріжанка середня зелена маса у фазу розетки становила 4,7 т/га, у фазу бутонізації – 10,7 т/га, у фазу цвітіння – 22,4 т/га і у фазу дозрівання – 21,3 т/га.

Найменшим накопиченням вегетативної маси характеризувався сорт Еталон. У фазу розетки рослини цього сорту сформували 4,1 т/га зеленої маси. У фазу бутонізації та цвітіння 9,4 і 19,8 т/га відповідно. У фазу дозрівання зелена маса становила 18,8 т/га.

Застосування добрив позитивно впливало на накопичення вегетативної маси гірчиці білої. У сорту Біла принцеса на контрольному варіанті середня

зелена маса у фазу розетки становила 4,52 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало вегетативну масу на 0,9 т/га, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 1,35 т/га, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 1,78 т/га. У фазу бутонізації на контрольному варіанті зелена маса рослин становила 10,27 т/га, на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ вона збільшувалася до 12,32 т/га, на варіантах із нормами добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 13,35 та 14,30 т/га відповідно. У фазу цвітіння середня зелена маса рослин на контрольному варіанті становила 21,54 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало масу рослин на 4,30 т/га, за норм добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 6,46 т/га. Максимального значення показник зеленої маси набував на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 30,15 т/га. У фазу дозрівання зелена маса рослин на контрольному варіанті становила 20,46 т/га, внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало її до 24,55 та 26,59 т/га, а на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 28,64 т/га.

Зі збільшенням норми висіву гірчиці білої зростала зелена маса, що обумовлено збільшенням кількості рослин на одиниці площі. Максимальні значення були зафіксовані на варіантах із нормою висіву 2,5 млн шт./га. Так, у фазу розетки зелена маса рослин варіювала від 4,37 до 6,69 т/га, у фазу бутонізації – від 9,95 до 15,19 т/га, у фазу цвітіння – від 20,85 до 31,87 т/га, у фазу дозрівання – від 19,79 до 30,32 т/га.

У сорту Запоріжанка у фазу розетки середня зелена маса рослин на контрольному варіанті становила 3,82 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало показник до 4,59 т/га, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 4,99 т/га, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 5,39 т/га. У фазу бутонізації середня зелена маса рослин на контрольному варіанті становила 8,74 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало зелену масу на 1,73 т/га, а за норм добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 2,62 та 3,45 т/га відповідно. У фазу цвітіння на контрольному варіанті зелена маса становила 18,25 т/га, на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ зелена маса збільшувалася до 21,97 т/га, на варіантах із нормами добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 23,79 та 25,59 т/га відповідно. У фазу

дозрівання на контрольному варіанті середня зелена маса становила 17,39 т/га, внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало цей показник до 20,86 та 22,60 т/га, а на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 24,34/га .

У фазу розетки за норми висіву насіння 1,5 млн шт./га середня зелена маса становила 3,71 т/га, тоді як за норми висіву 2,5 млн шт./га цей показник підвищувався до 5,68 т/га. У фазу бутонізації залежно від норм висіву зелена маса рослин коливалася у межах від 8,46 до 12,90 т/га. У фазу цвітіння від 17,65 до 27,09 т/га, у фазу дозрівання – від 16,83 до 25,77 т/га. Варто відмітити, що збільшення норми висіву від 1,0 до 2,5 млн шт./га в середньому збільшує зелену масу на 53,0 %

У сорту Еталон у фазу розетки зелена маса рослин становила 3,39 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало цей показник на 0,66 т/га, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 1,01 т/га, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 1,35 т/га. У фазу бутонізації середня зелена маса рослин на контрольному варіанті становила 7,70 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало зелену масу рослин на 1,54 т/га, а за норм добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 2,32 та 3,06 т/га відповідно. У фазу цвітіння на контрольному варіанті зелена маса становила 16,15 т/га, на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник збільшувався до 19,39 т/га, на варіантах із нормами добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 20,98 та 22,60 т/га відповідно. У фазу дозрівання на контрольному варіанті середня зелена маса становила 15,35 т/га, за внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало зелену масу рослин до 18,41 т/га, а на варіантах із нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 19,95 та 21,48 т/га відповідно.

Найвищі показники зеленої маси цього сорту за всіма фазами росту відмічали на варіантах із нормою висіву насіння 2,5 млн шт./га, найменші на варіантах із нормою висіву насіння 1,0 млн шт./га. У фазу розетки зелена маса рослин варіювала від 3,27 до 5,02 т/га, у фазу бутонізації – від 7,46 до 11,40 т/га, у фазу цвітіння – від 15,63 до 23,90 т/га, у фазу дозрівання – від 14,85 до 22,75 т/га.

Таблиця 3.3

**Динаміка накопичення зеленої маси гірчиці білої залежно від сорту,
норм висіву та мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)**

Сорт (фактор А)	Норми добрив (фактор В)	Норми висіву (фактор С)	Фаза розвитку				
			розетка	бутонізація	цвітіння	дозрівання	
Біла принцеса	Контроль	1,0	3,57	8,14	17,02	16,17	
		1,5	4,20	9,56	20,04	19,04	
		2,0	4,83	10,98	23,07	21,90	
		2,5	5,46	12,40	26,02	24,75	
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	4,28	9,76	20,40	19,35	
		1,5	5,04	11,45	24,05	22,87	
		2,0	5,80	13,19	27,67	26,28	
		2,5	6,55	14,86	31,25	29,69	
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	4,64	10,54	22,12	21,01	
		1,5	5,46	12,47	26,06	24,73	
		2,0	6,28	14,26	29,99	28,43	
		2,5	7,10	16,13	33,82	32,17	
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	5,00	11,36	23,86	22,62	
		1,5	5,88	13,29	28,06	26,66	
		2,0	6,76	15,34	32,28	30,60	
		2,5	7,64	17,36	36,40	34,67	
	Запоріжанка	Контроль	1,0	3,04	6,93	14,20	13,78
			1,5	3,54	8,13	17,05	16,14
			2,0	4,07	9,36	19,63	18,62
			2,5	4,64	10,52	22,13	21,03
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀		1,0	3,63	8,29	17,32	16,44	
		1,5	4,27	9,74	20,44	19,46	
		2,0	4,92	11,22	23,53	22,33	
		2,5	5,54	12,63	26,57	25,22	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀		1,0	3,93	8,96	18,79	17,86	
		1,5	4,65	10,60	22,15	21,03	
		2,0	5,32	12,14	25,47	24,15	
		2,5	6,05	13,72	28,75	27,36	
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀		1,0	4,25	9,67	20,27	19,22	
		1,5	5,01	11,29	23,83	22,64	
		2,0	5,76	13,06	27,34	26,03	
		2,5	6,49	14,74	30,92	29,45	
Еталон		Контроль	1,0	2,67	6,09	12,73	12,14
			1,5	3,15	7,17	15,04	14,26
			2,0	3,61	8,24	17,28	16,45
			2,5	4,11	9,30	19,53	18,55

Продовження таблиці 3.3

	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	3,19	7,32	15,32	14,53
		1,5	3,76	8,60	18,06	17,14
		2,0	4,36	9,87	20,73	19,69
		2,5	4,90	11,16	23,43	22,27
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	3,47	7,90	16,61	15,74
		1,5	4,10	9,36	19,52	18,57
		2,0	4,73	10,68	22,44	21,34
		2,5	5,31	12,13	25,36	24,14
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	3,74	8,52	17,87	16,98
		1,5	4,42	9,97	21,04	19,97
		2,0	5,05	11,51	24,21	22,93
		2,5	5,76	13,02	27,29	26,04
Ослава	Контроль	1,0	3,24	7,39	15,47	14,71
		1,5	3,82	8,69	18,25	17,31
		2,0	4,38	9,98	20,99	19,90
		2,5	4,95	11,28	23,67	22,54
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	3,91	8,87	18,54	17,59
		1,5	4,58	10,43	21,87	20,82
		2,0	5,28	12,01	25,18	23,90
		2,5	5,96	13,52	28,44	27,04
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	4,23	9,59	20,13	19,12
		1,5	4,95	11,34	23,69	22,52
		2,0	5,67	12,98	27,27	25,87
		2,5	6,45	14,65	30,79	29,26
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	4,97	10,32	21,72	20,57
		1,5	5,71	12,08	25,52	24,25
		2,0	6,46	13,96	29,38	27,85
		2,5	4,55	15,80	33,12	31,49

У сорту Ослава на контрольному варіанті середня зелена маса у фазу розетки становила 4,10 т/га. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало вегетативну масу на 0,83 т/га, у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ на 1,23 т/га, а у нормі N₉₀P₉₀K₉₀ на 1,65 т/га. У фазу бутонізації на контрольному варіанті зелена маса рослин становила 9,34 т/га, на варіанті з нормою добрив N₃₀P₃₀K₃₀ вона збільшувалася до 11,21 т/га, на варіантах із нормами добрив N₆₀P₆₀K₆₀ та N₉₀P₉₀K₉₀ до 12,14 та 13,04 т/га відповідно. У фазу цвітіння середня зелена маса рослин на контрольному варіанті становила 19,60 т/га. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало масу рослин на 3,91 т/га, за норм добрив

$N_{60}P_{60}K_{60}$ – 5,87 т/га. Максимального значення показник зеленої маси набував на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 27,44 т/га, що більше за контрольний варіант на 7,84 т/га. У фазу дозрівання зелена маса рослин на контрольному варіанті становила 18,62 т/га, внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало її до 22,34 та 24,19 т/га, а на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 26,04 т/га.

Залежно від норм висіву зелена маса рослин у фазу розетки варіювала від 3,98 до 6,08 т/га, у фазу бутонізації – від 9,04 до 13,81 т/га, у фазу цвітіння – від 18,97 до 29,01 т/га, у фазу дозрівання – від 18,00 до 27,58 т/га.

Слід зазначити, що максимальні показники зеленої маси рослин на всіх сортах відмічали на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та за норми висіву насіння 2,5 млн шт./га у фазу цвітіння.

Виявлено, що від рівня накопичення зеленої маси змінювалися показники сухої речовини. Найвищі показники за накопиченням сухої речовини були отримані у сорту Біла принцеса, що пов'язано з більшою зеленою масою рослин цього сорту. Так, у фазу розетки середня маса сухої речовини становила 0,8 т/га, у фазу бутонізації – 2,5 т/га, у фазу цвітіння – 6,6 т/га, максимальні показники сухої маси було отримано у фазу дозрівання – 9,3 т/га (табл. 3.4).

Дещо меншим накопиченням сухої речовини характеризувався сорт Ослава. У фазу розетки середня маса сухої речовини становила 0,8 т/га, у фазу бутонізації – 2,2 т/га, у фазу цвітіння – 6,0 т/га, а у фазу дозрівання – 8,4 т/га.

У сорту Запоріжанка у фазу розетки середня маса сухої речовини становила 0,7 т/га, у фазу бутонізації – 2,1 т/га, у фазу цвітіння – 5,6 т/га, у фазу дозрівання – 7,4 т/га.

Виходячи з того, що найменшим накопиченням зеленої маси характеризувався сорт Еталон, у цього сорту спостерігали найменший вихід сухої речовини з гектара. У фазу розетки середній вміст сухої речовини у

сорту становив 0,62 т/га, у фазу бутонізації – 1,84 т/га, у фазу цвітіння – 4,95 т/га, у фазу дозрівання – 6,49 т/га.

Був відмічений вплив мінеральних добрив на накопичення сухої речовини. У сорту Біла принцеса на контрольному варіанті середня маса сухої речовини у фазу розетки становила 0,68 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало масу сухої речовини на 0,13 т/га, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 0,20 т/га, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 0,27 т/га. У фазу бутонізації на контрольному варіанті маса сухої речовини рослин становила 2,00 т/га, на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ вона збільшувалася до 2,40 т/га, на варіантах із нормами добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 2,61 та 2,80 т/га відповідно. У фазу цвітіння середня маса сухої речовини на контрольному варіанті становила 5,39 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало масу сухої речовини на 1,07 т/га, за норм добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 1,61 т/га, за норми добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 2,15 т/га. У фазу дозрівання маса сухої речовини на контрольному варіанті становила 7,57 т/га, внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало її до 9,08 та 9,84 т/га, а на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 10,60 т/га.

Залежно від норми висіву змінювалися показники накопичення сухої речовини. Найвищі показники були зафіксовані на варіантах із нормою висіву 2,5 млн шт./га, що обумовлено більшою кількістю рослин на одиниці площі. У фазу розетки маса сухої речовини рослин була у межах від 0,66 до 1,00 т/га, у фазу бутонізації – від 1,94 до 2,97 т/га, у фазу цвітіння – від 5,22 до 7,97 т/га, у фазу дозрівання – від 7,32 до 11,22 т/га.

У сорту Запоріжанка у фазу розетки середня суха речовина на контрольному варіанті становила 0,58 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало показник до 0,69 т/га, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 0,75 т/га, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 0,81 т/га. У фазу бутонізації середній вихід сухої речовини на контрольному варіанті становив 1,70 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало показник на 0,34 т/га, а за норм добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 0,51 та 0,68 т/га відповідно. У фазу цвітіння на контрольному

варіанті показник сухої речовини становив 4,58 т/га, на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувався до 5,49 т/га, на варіантах із нормами добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 5,95 та 6,41 т/га відповідно. У фазу дозрівання на контрольному варіанті середній показник сухої речовини становив 6,44 т/га, внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало цей показник до 7,72 та 8,36 т/га, а на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 9,00/га .

У фазу розетки за норми висіву насіння 1,5 млн шт./га середній вихід сухої речовини становив 0,56 т/га, тоді як за норми висіву 2,5 млн шт./га цей показник підвищувався до 0,85 т/га. У фазу бутонізації залежно від норм висіву суха речовини рослин коливалася у межах від 1,65 до 2,52 т/га. У фазу цвітіння від 4,43 до 6,78 т/га, у фазу дозрівання – від 6,23 до 9,54 т/га.

У сорту Еталон у фазу розетки середній показник сухої речовини становив 0,51 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало цей показник на 0,10 т/га, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 0,15 т/га, у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 0,20 т/га. У фазу бутонізації показник сухої речовини на контрольному варіанті підвищувався до 1,50 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало показник на 0,30 т/га, а за норм добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 0,45 та 0,60 т/га відповідно. У фазу цвітіння на контрольному варіанті маса сухої речовини становила 4,04 т/га, на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник збільшувався до 4,85 т/га, на варіантах із нормами добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 5,25 та 5,65 т/га відповідно. У фазу дозрівання на контрольному варіанті середній вихід сухої речовини становив 5,68 т/га, внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало показник до 6,81 т/га, а на варіантах із нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 7,38 та 6,10 т/га відповідно.

Найвищий вихід сухої речовини за всіма фазами росту відмічали на варіантах із нормою висіву насіння 2,5 млн шт./га, найменші на варіантах із нормою висіву насіння 1,0 млн шт./га.

Таблиця 3.4

**Динаміка накопичення сухої речовини гірчиці білої залежно від сорту,
норм висіву та мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)**

Сорт (фактор А)	Норми добрив (фактор В)	Норми висіву (фактор С)	Фаза розвитку			
			розетка	бутоні- зація	цвітіння	дозрі- вання
Біла принцеса	Контроль	1,0	0,54	1,59	4,26	5,98
		1,5	0,63	1,86	5,01	7,04
		2,0	0,72	2,14	5,77	8,10
		2,5	0,82	2,42	6,51	9,16
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	0,64	1,90	5,10	7,16
		1,5	0,76	2,23	6,01	8,46
		2,0	0,87	2,57	6,92	9,72
		2,5	0,98	2,90	7,81	10,99
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	0,70	2,06	5,53	7,77
		1,5	0,82	2,43	6,52	9,15
		2,0	0,94	2,78	7,50	10,52
		2,5	1,06	3,15	8,46	11,90
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	0,75	2,22	5,97	8,37
		1,5	0,88	2,59	7,02	9,86
		2,0	1,01	2,99	8,07	11,32
		2,5	1,15	3,39	9,10	12,83
Запоріжанка	Контроль	1,0	0,46	1,35	3,62	5,09
		1,5	0,54	1,58	4,26	5,99
		2,0	0,62	1,82	4,90	6,89
		2,5	0,70	2,06	5,53	7,78
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	0,55	1,62	4,34	6,09
		1,5	0,64	1,90	5,11	7,19
		2,0	0,74	2,19	5,88	8,27
		2,5	0,84	2,46	6,64	9,34
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	0,59	1,75	4,70	6,61
		1,5	0,70	2,07	5,54	7,78
		2,0	0,80	2,36	6,37	8,94
		2,5	0,90	2,67	7,19	10,12
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	0,64	1,88	5,07	7,11
		1,5	0,75	2,20	5,96	8,38
		2,0	0,86	2,54	6,86	9,62
		2,5	0,97	2,88	7,74	10,90
Еталон	Контроль	1,0	0,40	1,19	3,19	4,49
		1,5	0,47	1,40	3,76	5,28
		2,0	0,54	1,61	4,33	6,08
		2,5	0,61	1,81	4,88	6,87

Продовження таблиці 3.4

	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	0,48	1,43	3,83	5,37
		1,5	0,57	1,67	4,51	6,35
		2,0	0,65	1,93	5,19	7,29
		2,5	0,74	2,17	5,86	8,24
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	0,52	1,54	4,15	5,83
		1,5	0,61	1,82	4,89	6,86
		2,0	0,71	2,09	5,62	7,89
		2,5	0,80	2,36	6,34	8,93
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	0,56	1,66	4,47	6,28
		1,5	0,66	1,94	5,26	7,40
		2,0	0,76	2,24	6,05	8,49
		2,5	0,86	2,54	6,83	9,62
Ослава	Контроль	1,0	0,49	1,44	3,87	5,44
		1,5	0,57	1,70	4,56	6,41
		2,0	0,66	1,95	5,25	7,37
		2,5	0,75	2,20	5,92	8,33
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	0,58	1,73	4,64	6,52
		1,5	0,69	2,03	5,47	7,70
		2,0	0,79	2,34	6,29	8,85
		2,5	0,89	2,64	7,11	10,00
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	0,63	1,87	5,03	7,07
		1,5	0,75	2,21	5,93	8,33
		2,0	0,86	2,53	6,82	9,57
		2,5	0,97	2,86	7,69	10,83
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	0,68	2,02	5,43	7,62
		1,5	0,80	2,36	6,38	8,98
		2,0	0,92	2,72	7,34	10,30
		2,5	1,04	3,08	8,28	11,67

У фазу розетки вихід сухої речовини варіював від 0,49 до 0,75 т/га, у фазу бутонізації – від 1,46 до 2,22 см, у фазу цвітіння – від 3,91 до 5,98 т/га, у фазу дозрівання – від 5,49 до 8,42 т/га.

У сорту Ослава на контрольному варіанті середнє значення сухої речовини у фазу розетки становило 0,62 т/га. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало показник на 0,12 т/га, у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ на 0,18 т/га, а у нормі N₉₀P₉₀K₉₀ на 0,24 т/га.

У фазу бутонізації на контрольному варіанті суха маса рослин становила 1,82 т/га, на варіанті з нормою добрив N₃₀P₃₀K₃₀ вона

збільшувалася до 2,19 т/га, на варіантах із нормами добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 2,37 та 2,55 т/га відповідно. У фазу цвітіння середній вихід сухої речовини на контрольному варіанті становив 4,90 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало показник на 0,98 т/га, за норм добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 1,47 т/га, на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 1,96 т/га. У фазу дозрівання суха речовина рослин на контрольному варіанті становила 6,89 т/га, внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало її до 8,27 та 8,95 т/га, а на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 9,64 т/га.

У фазу розетки залежно від норм висіву вихід сухої речовини в середньому варіював у межах від 0,60 до 0,91 т/га, у фазу бутонізації – від 1,77 до 2,70 т/га, у фазу цвітіння – від 4,74 до 7,25 т/га, у фазу дозрівання – від 6,66 до 10,21 т/га.

Варто відмітити, що максимальні показники сухої речовини на всіх сортах відмічали на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та за норми висіву насіння 2,5 млн шт./га у фазу дозрівання.

3.3. Фотосинтетична активність рослин гірчиці білої залежно від сортових особливостей, норм висіву та мінеральних добрив

За результатами досліджень було встановлено, що на площу листкової поверхні гірчиці білої значно впливали сортові особливості, елементи технології вирощування, а також погодні умови, що склалися у період вирощування культури. Так, найбільші показники отримано у 2016 році, що обумовлювалося достатньою кількістю опадів у період вегетації, а також добрим запасом вологи у передпосівний період.

У середньому за роки досліджень за фактором А (сорт) було встановлено, що максимальні показники площі листкової поверхні формували сорт Біла принцеса. У фазу розетки середні показники площі листкової поверхні становили 12,1 тис. м²/га, у фазу бутонізації – 29,4 тис. м²/га,

максимальні значення були зафіксовані у фазу цвітіння і в середньому за сортом становили 43,5 тис.м²/га.

Дещо менші показники були відмічені у сорту Ослава. У фазу розетки середні значення площі листкової поверхні у цього сорту становили 11,8 тис.м²/га, у фазу бутонізації – 28,7 тис.м²/га, у фазу цвітіння – 42,5 тис.м²/га.

У сорту Запоріжанка у середньому показник площі листкової поверхні у фазу розетки становив 11,3 тис.м²/га, у фазу бутонізації – 27,3 тис.м²/га, у фазу цвітіння – 40,5 тис.м²/га.

Найменшим показником відмічався сорт Еталон. У фазу розетки площа листкової поверхні у цього сорту становила – 10,8 тис.м²/га, у фазу бутонізації – 26,3 тис.м²/га, у фазу цвітіння – 38,5 тис.м²/га (табл. 3.5).

За фактором В залежно від норм мінеральних добрив змінювалися показники площі листкової поверхні. У сорту Біла принцеса на контрольному варіанті середня площа листкової поверхні у фазу розетки становила 8,9 тис.м²/га. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало площу листкової поверхні на 2,3 тис.м²/га, у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ на 4,6 тис.м²/га та у нормі N₉₀P₉₀K₉₀ на 6,1 тис.м²/га. У фазу бутонізації на контрольному варіанті площа листкової поверхні становила 21,7 тис.м²/га. Застосування добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало площу листкової поверхні на 5,3 тис.м²/га порівняно з контролем, у нормах N₆₀P₆₀K₆₀ та N₉₀P₉₀K₉₀ на 10,9 та 14,5 тис.м²/га. У фазу цвітіння на контрольному варіанті площа листкової поверхні становила 32,4 тис.м²/га, застосування добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало показник до 39,0 тис.м²/га, у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ до 48,7 тис.м²/га, а у нормі N₉₀P₉₀K₉₀ до 54,0 тис.м²/га.

За фактором С площа листкової поверхні змінювалася залежно від норм висіву. У фазу розетки показник коливався у межах 8,9–15,2 тис.м²/га, у фазу бутонізації від 21,4 до 37,3 тис.м²/га, у фазу цвітіння – від 36,2 до 50,6 тис.м²/га. Найвищі показники були на варіантах із нормою висіву насіння 2,5 млн шт./га, найменші за норми висіву 1,0 млн шт./га

У сорту Запоріжанка за фактором В у середньому на контрольному варіанті у фазу розетки площа листкової поверхні становила 8,2 тис.м²/га. Внесення добрив у нормах N₃₀P₃₀K₃₀ та N₆₀P₆₀K₆₀ збільшувало показник до 10,4 та 12,7 тис. м²/га, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ до 13,9 тис.м²/га. У фазу бутонізації площа листкової поверхні на контрольному варіанті становила 19,9 тис.м²/га, на варіанті N₃₀P₃₀K₃₀ – 25,0 тис.м²/га, на варіанті N₆₀P₆₀K₆₀ – 30,8 тис.м²/га, а на варіанті N₉₀P₉₀K₉₀ – 33,7 тис.м²/га. У фазу цвітіння площа листкової поверхні на контрольному варіанті становила 29,8 тис.м²/га. Внесення добрив у нормах N₃₀P₃₀K₃₀ та N₆₀P₆₀K₆₀ збільшувало показник до 36,1 та 45,9 тис. м²/га. Максимальні показники були отримані за норми добрив N₉₀P₉₀K₉₀ і становили 50,3 тис. м²/га.

За фактором С у фазу розетки середня площа листкової поверхні залежно від норм висіву коливалася у межах 8,3–14,1 тис.м²/га, у фазу бутонізації від 20,0 до 34,8 тис.м²/га, у фазу цвітіння – від 33,7 до 47,1 тис.м²/га.

У сорту Еталон за фактором В на контрольному варіанті середня площа листкової поверхні у фазу розетки становила 7,8 тис.м²/га. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ у середньому збільшувало площу листкової поверхні до 10,0 тис.м²/га, у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ до 12,3 тис.м²/га та у нормі N₉₀P₉₀K₉₀ до 13,3 тис.м²/га. У фазу бутонізації на контрольному варіанті площа листкової поверхні становила 19,1 тис.м²/га. Застосування добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало площу листкової поверхні на 5,0 тис.м²/га порівняно з контролем, у нормах N₆₀P₆₀K₆₀ та N₉₀P₉₀K₉₀ на 10,6 та 13,1 тис.м²/га. У фазу цвітіння на контрольному варіанті площа листкової поверхні становила 28,5 тис.м²/га, застосування добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало показник на 7,4 тис.м²/га, у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ на 13,8 тис. м²/га, а у нормі N₉₀P₉₀K₉₀ на 18,7 тис.м²/га порівняно з контролем.

Таблиця 3.5

Динаміка площі листкової поверхні гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінерального живлення, тис. м²/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Сорт (фактор А)	Норми добрив (фактор В)	Норми висіву (фактор С)	Фаза розвитку		
			розетка	бутонізація	цвітіння
Біла принцеса	Контроль	1,0	6,0	14,5	26,1
		1,5	7,9	19,3	30,2
		2,0	9,9	24,4	34,6
		2,5	11,6	28,6	38,7
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	8,1	19,7	32,6
		1,5	10,2	24,9	37,1
		2,0	12,3	29,7	41,2
		2,5	14,1	33,7	45,1
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	10,1	24,4	40,8
		1,5	12,6	30,3	46,3
		2,0	14,5	34,4	51,3
		2,5	16,7	41,2	56,2
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	11,2	27,1	45,3
		1,5	14,0	33,6	51,4
		2,0	16,1	38,2	56,9
		2,5	18,5	45,7	62,4
Запоріжанка	Контроль	1,0	5,5	13,3	24,0
		1,5	7,3	17,6	27,7
		2,0	9,1	22,4	31,8
		2,5	10,7	26,3	35,4
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	7,5	18,3	30,2
		1,5	9,5	23,1	34,4
		2,0	11,4	27,5	38,2
		2,5	13,1	31,2	41,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	9,5	23,0	38,5
		1,5	11,9	28,6	43,7
		2,0	13,7	32,5	48,4
		2,5	15,5	38,9	53,1
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	10,4	25,2	42,2
		1,5	13,0	31,3	47,9
		2,0	15,0	35,6	53,0
		2,5	17,3	42,6	58,1
Еталон	Контроль	1,0	5,3	12,8	23,0
		1,5	7,0	16,8	26,6
		2,0	8,7	21,5	30,5
		2,5	10,2	25,2	33,9
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	7,2	17,6	30,2
		1,5	9,1	22,3	34,2
		2,0	11,0	26,6	37,8
		2,5	12,6	30,1	41,2

Продовження таблиці 3.5

	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	9,2	22,2	35,2
		1,5	11,5	27,6	40,2
		2,0	13,2	31,4	44,6
		2,5	15,1	37,6	49,1
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	10,0	24,1	39,5
		1,5	12,4	29,9	44,7
		2,0	14,3	34,0	49,1
		2,5	16,5	40,7	55,5
Ослава	Контроль	1,0	5,9	14,2	25,5
		1,5	7,8	18,7	29,5
		2,0	9,7	23,9	33,9
		2,5	11,4	28,0	37,7
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	7,9	19,2	31,8
		1,5	9,9	24,3	36,2
		2,0	12,0	28,9	40,2
		2,5	13,7	32,8	43,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	9,9	23,9	39,9
		1,5	12,3	29,7	45,3
		2,0	14,2	33,7	50,2
		2,5	16,1	40,3	55,0
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	10,9	26,4	44,2
		1,5	13,7	32,8	50,2
		2,0	15,7	37,3	55,6
		2,5	18,1	44,7	60,9

Залежно від фактора С площа листкової поверхні варіювала у фазу розетки від 7,9 до 13,6 тис. м²/га, у фазу бутонізації від 19,2 до 33,4 тис. м²/га, у фазу цвітіння від 32,0 до 44,9 тис. м²/га.

У сорту Ослава за фактором В у середньому на контрольному варіанті у фазу розетки площа листкової поверхні становила 8,7 тис.м²/га. Внесення добрив у нормах N₃₀P₃₀K₃₀ та N₆₀P₆₀K₆₀ збільшувало показник до 10,9 та 13,1 тис. м²/га, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ до 14,6 тис.м²/га. У фазу бутонізації площа листкової поверхні на контрольному варіанті становила 21,2 тис.м²/га, на варіанті N₃₀P₃₀K₃₀ – 26,3 тис.м²/га, на варіанті N₆₀P₆₀K₆₀ – 31,9 тис.м²/га, а за на варіанті N₉₀P₉₀K₉₀ – 35,5 тис.м²/га. У фазу цвітіння площа листкової поверхні на контрольному варіанті становила 31,6 тис.м²/га. Внесення добрив у нормах N₃₀P₃₀K₃₀ та N₆₀P₆₀K₆₀ збільшувало показник до 38,0 та 47,6 тис. м²/га, а за норми добрив N₉₀P₉₀K₉₀ до 52,7 тис. м²/га.

За фактором С у фазу розетки середня площа листкової поверхні залежно від норм висіву коливалася у межах 8,6–14,8 тис.м²/га, у фазу бутонізації від 20,9 до 36,5 тис.м²/га, у фазу цвітіння – від 35,4 до 49,4 тис.м²/га.

Виходячи з площі листкової поверхні та вмісту сухої речовини, було розраховано чисту продуктивність фотосинтезу. Цей показник, як і фотосинтетичний потенціал, характеризує ефективність фотосинтезу. Ефективність фотосинтезу кожної окремої рослини, як і агроценозу загалом, зумовлена великою кількістю чинників. Отже, важливо розробити комплекс заходів, спрямований не лише на забезпечення потреб рослин у волозі та мінеральному живленні, а й на сприяння достатньо швидким темпам розвитку оптимальної листкової площі та тривалому її функціонуванню. Одним із основних важелів успішного виконання цього завдання є правильний добір сорту чи гібрида [14, 15, 16].

За фактором А було встановлено, за найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу формувалися у сорту Біла принцеса. У міжфазний період розетка–бутонізація середній показник чистої продуктивності фотосинтезу у цього сорту становив 5,53 г/м²/добу, а у міжфазний період бутонізація–цвітіння – 7,63 г/м²/добу.

Дещо менші показники спостерігали у сорту Ослава. У міжфазний період розетка–бутонізація чиста продуктивність становила 5,42 г/м²/добу, а за період бутонізація–цвітіння – 6,85 г/м²/добу.

У сорту Запоріжанка у міжфазний період розетка–бутонізація середня чиста продуктивність фотосинтезу становила 5,32 г/м²/добу, за період бутонізація–цвітіння – 6,73 г/м²/добу.

Найменші показники спостерігали у сорту Еталон. У міжфазний період розетка–бутонізація чиста продуктивність становила – 5,12 г/м²/добу, а за міжфазний період бутонізація–цвітіння – 6,27 г/м²/добу (таб. 3.6.).

За фактором В було виявлено, що у сорту Біла принцеса залежно від рівня мінеральних добрив чиста продуктивність фотосинтезу зменшувалася.

Подібна тенденція була виявлена і в інших досліджуваних сортів, це пояснюється тим, що за дуже великої площі асимілюючої поверхні посіву можливе зниження загальної інтенсивності фотосинтезу. Це також підтверджується дослідженнями інших науковців [3, 17]

Так, у міжфазний період розетка–бутонізація чиста продуктивність фотосинтезу на контрольному варіанті становила 6,55 г/м²/добу. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ зменшувало цей показник до 5,91 г/м²/добу, за норми N₆₀P₆₀K₆₀ до 4,95 г/м²/добу, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ до 4,72 г/м²/добу. У міжфазний період бутонізація–цвітіння показник збільшувався і на контрольному варіанті становив 8,54 г/м²/добу. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ та N₆₀P₆₀K₆₀ зменшувало чисту продуктивність фотосинтезу на 0,18 та 1,56 г/м²/добу, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ на 1,87 г/м²/добу.

Чиста продуктивність фотосинтезу змінювалася залежно від норм висіву і у міжфазний період розетка–бутонізація коливалася у межах 5,86–5,33 г/м²/добу. А у період бутонізація–цвітіння у межах 7,40–7,98 г/м²/добу.

У сорту Запоріжанка чиста продуктивність фотосинтезу у міжфазний період розетка–бутонізація на контрольному варіанті становила 6,06 г/м²/добу. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ зменшувало цей показник на 0,35 г/м²/добу, за норми N₆₀P₆₀K₆₀ на 1,02 г/м²/добу, за норми N₉₀P₉₀K₉₀ на 1,60 г/м²/добу. У міжфазний період бутонізація–цвітіння на контрольному варіанті чиста продуктивність фотосинтезу становила 7,53 г/м²/добу. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ сприяло зменшенню показника на 0,25 г/м²/добу, за норми N₆₀P₆₀K₆₀ на 1,52 г/м²/добу та за норми N₉₀P₉₀K₉₀ на 1,45 г/м²/добу.

Залежно від норм висіву в міжфазний період розетка–бутонізація чиста продуктивність фотосинтезу коливалася у межах 5,18–5,54 г/м²/добу. А у період бутонізація–цвітіння у межах 6,49–7,04 г/м²/добу.

У сорту Еталон у міжфазний період розетка–бутонізація середня чиста продуктивність фотосинтезу на контрольному варіанті становила 6,08 г/м²/добу.

Таблиця 3.6

Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінерального живлення, г/м²/добу (середнє за 2016–2018 рр.)

Сорт (фактор А)	Норми добрив (фактор В)	Норми висіву (фактор С)	Міжфазний період	
			розетка– бутонізація	бутонізація– цвітіння
Біла принцеса	Контроль	1,0	7,25	8,80
		1,5	6,46	8,48
		2,0	6,37	8,18
		2,5	6,12	8,68
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	6,47	7,67
		1,5	6,02	8,11
		2,0	5,78	8,74
		2,5	5,38	8,90
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	4,93	6,67
		1,5	4,66	6,67
		2,0	5,04	7,31
		2,5	5,16	7,28
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	4,80	6,46
		1,5	4,54	6,47
		2,0	4,89	6,66
		2,5	4,65	7,07
Запоріжанка	Контроль	1,0	6,76	7,61
		1,5	5,97	7,40
		2,0	5,86	7,58
		2,5	5,65	7,52
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	5,92	7,01
		1,5	5,52	6,98
		2,0	5,73	7,49
		2,5	5,66	7,63
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	5,10	5,66
		1,5	4,80	5,66
		2,0	5,23	6,18
		2,5	5,03	6,55
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	4,39	5,90
		1,5	4,42	5,90
		2,0	4,45	6,08
		2,5	4,56	6,45
Еталон	Контроль	1,0	6,71	6,98
		1,5	6,01	6,80
		2,0	5,91	6,95
		2,5	5,70	6,90
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	5,47	6,28
		1,5	5,05	6,68
		2,0	5,24	6,75
		2,5	5,19	6,88

Продовження таблиці 3.6

	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	4,64	5,35
		1,5	4,42	5,64
		2,0	4,76	6,19
		2,5	4,55	6,14
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	4,61	5,20
		1,5	4,39	5,53
		2,0	4,75	6,10
		2,5	4,52	5,96
Ослава	Контроль	1,0	6,75	7,68
		1,5	6,09	7,42
		2,0	5,91	7,59
		2,5	5,70	7,55
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	6,06	7,16
		1,5	5,64	7,09
		2,0	5,83	7,62
		2,5	5,82	7,76
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	5,24	5,85
		1,5	4,97	5,84
		2,0	5,40	6,38
		2,5	5,18	6,76
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	4,49	6,04
		1,5	4,50	6,04
		2,0	4,55	6,20
		2,5	4,66	6,58

Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ зменшувало цей показник до 5,24 г/м²/добу, за норми N₆₀P₆₀K₆₀ до 5,59 г/м²/добу, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ до 4,57 г/м²/добу. У міжфазний період бутонізація–цвітіння показник становив 6,91 г/м²/добу. Внесення добрив у нормах N₃₀P₃₀K₃₀ та N₆₀P₆₀K₆₀ зменшувало чисту продуктивність фотосинтезу до 6,65 та 5,83 г/м²/добу, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ до 5,70 г/м²/добу.

Залежно від норм висіву чиста продуктивність фотосинтезу в міжфазний період розетка–бутонізація варіювала у межах 4,97–5,36 г/м²/добу. А у період бутонізація–цвітіння у межах 5,95–6,50 г/м²/добу.

У сорту Ослава чиста продуктивність фотосинтезу в міжфазний період розетка–бутонізація на контрольному варіанті становила 6,11 г/м²/добу. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ зменшувало цей показник до 5,84 г/м²/добу, за норми N₆₀P₆₀K₆₀ до 5,20 г/м²/добу, за норми N₉₀P₉₀K₉₀ до

4,55 г/м²/добу. У міжфазний період бутонізація–цвітіння на контрольному варіанті чиста продуктивність фотосинтезу становила 7,56 г/м²/добу. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ сприяло зменшенню показника на 0,15 г/м²/добу, за норми N₆₀P₆₀K₆₀ на 1,35 г/м²/добу та за норми N₉₀P₉₀K₉₀ на 1,35 г/м²/добу.

Залежно від норм висіву в міжфазний період розетка–бутонізація чиста продуктивність фотосинтезу змінювалася у межах 5,30–5,64 г/м²/добу, а у період бутонізація–цвітіння у межах 6,60–7,16 г/м²/добу.

Для оцінки продуктивності та врожайності посівів необхідно мати відомості, що характеризують можливу сумарну роботу площі листя рослин упродовж усього вегетаційного періоду. Одним із важливих показників вважають фотосинтетичний потенціал, що є сумою щоденних показників площі листя на гектар посіву і характеризує фотосинтетичну потужність посівів за весь вегетаційний період або за окремий проміжок часу. При внесенні добрив чи за збільшенні норми висіву фотосинтетичний потенціал збільшувався.

У середньому за роки досліджень за фактором А (сорти) було встановлено, що найвищі показники фотосинтетичного потенціалу формував сорт Біла принцеса. У міжфазний період розетка–бутонізація середні показники становили 304,9 тис. м² діб/га, у період бутонізація–цвітіння – 553,7 тис. м² діб/га.

Дещо менші показники були відмічені у сорту Запоріжанка. У міжфазний період розетка–бутонізація середні значення фотосинтетичного потенціалу у цього сорту становили 267,6 тис. м² діб/га, у період бутонізація–цвітіння – 533,1 тис. м² діб/га.

У сорту Еталон у середньому в міжфазний період розетка–бутонізація середні показники становили 245,5 тис. м² діб/га, у період бутонізація–цвітіння – 501,5 тис. м² діб/га.

У сорту Ослава у міжфазний період розетка–бутонізація середні показники становили 245,9 тис. м² діб/га, у період бутонізація–цвітіння – 500,0 тис. м² діб/га (табл. 3.7).

За фактором В залежно від норм мінеральних добрив змінювалися показники фотосинтетичного потенціалу. Так, у сорту Біла принцеса у міжфазний період розетка–бутонізація фотосинтетичний потенціал на контрольному варіанті становив 204,5 тис м² діб/га. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало цей показник до 273,2 тис м² діб/га, за норми N₆₀P₆₀K₆₀ до 347,8 тис м² діб/га, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ до 394,0 тис м² діб/га. У міжфазний період бутонізація–цвітіння показник на контрольному варіанті становив 397,3 тис м² діб/га. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ та N₆₀P₆₀K₆₀ збільшувало фотосинтетичний потенціал до 482,8 та до 626,9 3 тис м² діб/га, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ до 707,7 тис м² діб/га.

Фотосинтетичний потенціал залежно від норм висіву змінювався і у міжфазний період розетка–бутонізація коливалася у межах 230,1–376,7 тис м² діб/га. А у період бутонізація–цвітіння у межах 455,9–641,0 тис м² діб/га.

У сорту Запоріжанка фотосинтетичний потенціал у міжфазний період розетка–бутонізація на контрольному варіанті становив 187,8 тис м² діб/га. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало цей показник на 49,6 тис м² діб/га, за норми N₆₀P₆₀K₆₀ на 103,4 тис м² діб/га, за норми N₉₀P₉₀K₉₀ на 166,2 тис м² діб/га порівняно з контролем. У міжфазний період бутонізація–цвітіння на контрольному варіанті фотосинтетичний потенціал становив 382,5 тис м² діб/га. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ сприяло збільшенню показника на 89,4 тис м² діб/га, а за норм N₆₀P₆₀K₆₀ та N₉₀P₉₀K₉₀ показник збільшувався до 618,6 та 659,2 тис м² діб/га відповідно.

Залежно від норм висіву у міжфазний період розетка–бутонізація фотосинтетичний потенціал коливалася у межах 206,1–325,3 тис м² діб/га. А у період бутонізація–цвітіння у межах 437,1–613,7 тис м² діб/га.

Таблиця 3.7

**Динаміка фотосинтетичного потенціалу гірчиці білої залежно від сорту,
норм висіву та мінерального живлення, тис м² діб/га
(середнє за 2016–2018 рр.)**

Сорт (фактор А)	Норми добрив (фактор В)	Норми висіву (фактор С)	Міжфазний період	
			розетка– бутонізація	бутонізація– цвітіння
Біла принцеса	Контроль	1,0	143,50	304,50
		1,5	190,40	371,25
		2,0	222,95	442,50
		2,5	261,30	471,10
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	194,60	418,40
		1,5	245,70	465,00
		2,0	294,00	496,30
		2,5	358,50	551,60
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	276,00	521,60
		1,5	343,20	612,80
		2,0	366,75	642,75
		2,5	405,30	730,50
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	306,40	579,20
		1,5	380,80	680,00
		2,0	407,25	760,80
		2,5	481,50	810,75
Запоріжанка	Контроль	1,0	131,60	298,40
		1,5	174,30	362,40
		2,0	204,75	406,50
		2,5	240,50	462,75
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	180,60	388,00
		1,5	228,20	460,00
		2,0	252,85	492,75
		2,5	287,95	546,75
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	227,50	522,75
		1,5	283,50	614,55
		2,0	300,30	647,20
		2,5	353,60	690,00
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	284,80	539,20
		1,5	332,25	633,60
		2,0	379,50	708,80
		2,5	419,30	755,25
Еталон	Контроль	1,0	117,65	286,40
		1,5	154,70	347,20
		2,0	181,20	390,00
		2,5	212,40	443,25
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	173,60	382,40
		1,5	219,80	423,75
		2,0	244,40	483,00
		2,5	277,55	534,75

Продовження таблиці 3.7

	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	219,80	487,90
		1,5	273,70	542,40
		2,0	289,90	570,00
		2,5	342,55	650,25
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	238,70	540,60
		1,5	296,10	596,80
		2,0	313,95	623,25
		2,5	371,80	721,50
Ослава	Контроль	1,0	140,70	317,60
		1,5	185,50	385,60
		2,0	218,40	433,50
		2,5	256,10	492,75
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	189,70	408,00
		1,5	239,40	484,00
		2,0	265,85	518,25
		2,5	302,25	574,50
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	236,60	542,30
		1,5	294,00	637,50
		2,0	311,35	671,20
		2,5	366,60	714,75
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	298,40	564,80
		1,5	348,75	664,00
		2,0	397,50	743,20
		2,5	439,60	792,00

У сорту Еталон у міжфазний період розетка–бутонізація середній фотосинтетичний потенціал на контрольному варіанті становив 166,5 тис м² діб/га. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало цей показник на 62,4 тис м² діб/га, за норми N₆₀P₆₀K₆₀ на 115,0 тис м² діб/га, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ на 138,7 тис м² діб/га порівняно з контролем. У міжфазний період бутонізація–цвітіння показник становив 366,7 тис м² діб/га.

Внесення добрив у нормах N₃₀P₃₀K₃₀ та N₆₀P₆₀K₆₀ збільшувало фотосинтетичний потенціал до 456,0 та 562,6 тис м² діб/га, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ до 620,5 тис м² діб/га.

Залежно від норм висіву фотосинтетичний потенціал у міжфазний період розетка–бутонізація варіював у межах 187,4–301,1 тис м² діб/га. А у період бутонізація–цвітіння у межах 424,3–587,4 тис м² діб/га.

У сорту Ослава фотосинтетичний потенціал у міжфазний період розетка–бутонізація на контрольному варіанті становив 200,2 тис м² діб/га.

Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало цей показник до 249,3 тис m^2 діб/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 302,1 тис m^2 діб/га, за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 371,1 тис m^2 діб/га. У міжфазний період бутонізація–цвітіння на контрольному варіанті фотосинтетичний потенціал становив 407,4 тис m^2 діб/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло збільшенню показника до 496,2 тис m^2 діб/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 641,4 тис m^2 діб/га та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 691,0 тис m^2 діб/га.

Залежно від норм висіву у міжфазний період розетка–бутонізація фотосинтетичний потенціал коливався у межах 173,0–307,7 тис m^2 діб/га. А у період бутонізація–цвітіння у межах 363,8–606,4 тис m^2 діб/га.

Варто відмітити, що найвищі показники фотосинтетичного потенціалу за всіма досліджуваними сортами були відмічені на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та за норми висіву насіння 2,5 млн шт./га, що пояснюється більшою площею листкової поверхні.

Розрізняють чотири основні типи хлорофілів: *a*, *b*, *c* та *d*, а також споріднених молекул, знайдених у прокаріотах, званих бактеріохлорофілом. У рослинах хлорофіли *a* і *b* є основними фотосинтетичними пігментами [18, 19]. Хоча як хлорофіл *a*, так і хлорофіл *b* поглинають світло, хлорофіл *a* відіграє унікальну і вирішальну роль у перетворенні світлової енергії в хімічну енергію [20, 21].

Сучасний стан досліджень проблеми фотосинтезу дає підставу вважати, що фотосинтетична діяльність сільськогосподарських культур є основою їх продуктивності й значною мірою залежить від вмісту пігментів у рослинах. Особливе значення мають зелені пігменти, хлорофіли *a* і *b* – чутливі індикатори фізіологічного стану рослин. Кількість і функціональна активність цих пігментів є показником потенційної здатності рослин формувати біологічний урожай [22, 23, 24].

Зазначені пігменти беруть безпосередню участь у формуванні структури фотосинтетичного апарату, відіграють важливу роль у фотосинтетичних та фотохімічних реакціях, пов'язаних із поглинанням і

трансформацією енергії, яка використовується в процесах синтезу речовин, необхідних для росту і розвитку рослин [25, 26].

Вміст хлорофілів в листках гірчиці білої змінювався залежно від сорту, норм добрив і норм висіву, що обумовлено сортовою особливістю та особливостями умов вирощування. За роки досліджень за фактором А, найвищий вміст хлорофілів *a* і *b* відмічали у листках гірчиці сорту Ослава – 1,55 мг/г, у сорту Біла принцеса вміст хлорофілів становив 1,54 мг/г у сорту Еталон – 1,51 мг/г. Найменший вміст хлорофілів *a* і *b* фіксували у сорту Запоріжанка – 1,42 мг/г (табл. 3.8).

За фактором В залежно від застосування мінеральних добрив було встановлено, що у сорту Біла принцеса вміст хлорофілів *a* і *b* на контрольному варіанті становив 1,35 мг/г. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало їх вміст до 1,46 мг/г, а у нормах $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 1,61 та 1,73 мг/г відповідно.

За фактором С залежно від норм висіву вміст хлорофілів *a* і *b* зменшувався від 1,83 мг/г (за норми висіву 1,0 млн шт./га) до 1,33 мг/г (за норми висіву 2,5 млн шт./га).

У сорту Запоріжанка середній вміст хлорофілів *a* і *b* на контрольному варіанті становив 1,33 мг/г, внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало їх вміст до 1,40 мг/г, а у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 1,45 мг/г, а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 1,50 мг/г.

За норми висіву 1,0 млн шт./га вміст хлорофілів *a* і *b* становив 1,55 мг/г, за норми висіву 1,5 млн шт./га – 1,46 мг/г, за норми висіву 2,0 млн шт./га – 1,36 мг/г, а за норми висіву 2,5 млн шт./га – 1,31 мг/г.

У сорту Еталон на контрольному варіанті вміст хлорофілів *a* і *b* становив 1,45 мг/г, внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало їх вміст на 0,04 мг/г, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 0,07 мг/г та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 0,11 мг/г.

Таблиця 3.8

Вміст хлорофілу в листках гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінерального живлення, мг/г (середнє за 2016–2018 рр.)

Сорт (фактор А)	Норми добрив (фактор В)	Норми висіву (фактор С)	Вміст хлорофілу <i>a</i> , мг/г свіжої маси	Вміст хлорофілу <i>b</i> , мг/г свіжої маси	Вміст хлорофілів <i>a</i> і <i>b</i> мг/г свіжої маси
Біла принцеса	Контроль	1,0	0,83	0,71	1,53
		1,5	0,86	0,52	1,38
		2,0	0,83	0,49	1,32
		2,5	0,79	0,39	1,18
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	0,97	0,84	1,81
		1,5	0,83	0,57	1,40
		2,0	0,82	0,53	1,35
		2,5	0,82	0,46	1,28
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	0,92	1,06	1,99
		1,5	0,89	0,64	1,53
		2,0	0,89	0,63	1,52
		2,5	0,86	0,53	1,39
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	0,98	1,02	2,00
		1,5	0,97	0,77	1,74
		2,0	0,98	0,76	1,74
		2,5	0,87	0,58	1,45
Запоріжанка	Контроль	1,0	0,88	0,60	1,48
		1,5	0,85	0,51	1,36
		2,0	0,82	0,43	1,24
		2,5	0,81	0,42	1,23
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	0,90	0,59	1,49
		1,5	0,87	0,56	1,43
		2,0	0,85	0,53	1,37
		2,5	0,84	0,47	1,30
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	0,92	0,67	1,59
		1,5	0,86	0,59	1,45
		2,0	0,88	0,53	1,40
		2,5	0,84	0,51	1,35
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	0,94	0,68	1,62
		1,5	0,92	0,66	1,58
		2,0	0,87	0,56	1,42
		2,5	0,84	0,52	1,36
Еталон	Контроль	1,0	0,86	0,68	1,54
		1,5	0,86	0,64	1,50
		2,0	0,85	0,57	1,42
		2,5	0,85	0,50	1,35
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	0,85	0,72	1,57
		1,5	0,89	0,61	1,50
		2,0	0,87	0,59	1,46
		2,5	0,86	0,57	1,43

Продовження таблиці 3.8

	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	0,85	0,75	1,60
		1,5	0,88	0,65	1,54
		2,0	0,89	0,60	1,50
		2,5	0,86	0,59	1,45
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	0,90	0,71	1,60
		1,5	0,88	0,70	1,58
		2,0	0,86	0,69	1,55
		2,5	0,90	0,59	1,49
Ослава	Контроль	1,0	0,87	0,78	1,65
		1,5	0,90	0,64	1,54
		2,0	0,83	0,48	1,31
		2,5	0,81	0,41	1,22
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	0,89	0,78	1,67
		1,5	0,90	0,72	1,62
		2,0	0,87	0,61	1,48
		2,5	0,83	0,45	1,28
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	0,88	0,81	1,69
		1,5	0,91	0,72	1,64
		2,0	0,87	0,62	1,48
		2,5	0,86	0,56	1,42
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	0,88	0,99	1,87
		1,5	0,88	0,94	1,81
		2,0	0,87	0,69	1,56
		2,5	0,87	0,63	1,50

Найвищі показники вмісту хлорофілів відмічали за норми висіву 1,0 млн шт./га – 1,58 мг/г, найменші за норми висіву 2,5 млн шт./га – 1,43 мг/г.

У сорту Ослава на контрольному варіанті вміст хлорофілів *a* і *b* на контрольному варіанті становив 1,43 мг/г. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ підвищувало їх вміст до 1,51 мг/г, а у нормах N₆₀P₆₀K₆₀ та N₉₀P₉₀K₉₀ до 1,56 та 1,69 мг/г відповідно.

Залежно від норм висіву вміст хлорофілів *a* і *b* зменшувався з підвищенням норм висіву і варіював у межах від 1,36 мг/г (за норми висіву 2,5 млн шт./га) до 1,72 мг/г (за норми висіву 1,0 млн шт./га).

Варто відмітити, що застосування добрив збільшувало вміст хлорофілів *a* і *b* у листках гірчиці білої, що пояснюється покращенням мінерального

живлення рослин, тоді як зі збільшенням норм висіву вміст хлорофілів зменшувався, що обумовлено збільшенням затінення рослин гірчиці.

Висновки до розділу 3

1. За роки досліджень період вегетації у сорту Біла принцеса становив 92 доби, у сорту Ослава – 87 та Запоріжанка – 87 діб, у сорту Еталон – 84 доби. Застосування добрив сприяло збільшенню періоду вегетації у сортів у середньому на 4 доби, тоді як за збільшення норми висіву період вегетації скорочувався в середньому на 1–2 доби на контрольному варіанті.

2. Висота рослин залежала від сортових особливостей, а також від досліджуваних елементів технології. Найвищого значення висота рослин набувала у фазу дозрівання на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$, з нормою висіву насіння 2,5 млн шт./га і становила у сорту Біла принцеса – 101,4 см, у сорту Ослава – 100,2 см, у сорту Запоріжанка – 98,7 см, у сорту Еталон – 95,1 см.

3. Залежно від сорту, мінеральних добрив і норм висіву норм висіву змінювалися показники зеленої маси. Максимальні показники були отримані у фазу цвітіння на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та за норми висіву насіння 2,5 млн шт./га, у сорту Біла принцеса – 36,40 т/га, у сорту Ослава – 33,12 т/га, у сорту Запоріжанка – 30,92 т/га, у сорту Еталон – 27,29 т/га. Це в подальшому сприяло отриманню високих показників сухої речовини у фазу дозрівання, у сорту Біла принцеса на рівні 12,83 т/га, у сорту Ослава – 11,67 т/га, у сорту Запоріжанка – 10,90 т/га, у сорту Еталон – 9,62 т/га.

4. З покращенням рівня мінерального живлення та збільшенням норм висіву насіння зростали показники площі листкової поверхні. Максимальні показники фіксували за норми добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та висіву насіння 2,5 млн шт./га. У середньому за сортами площа листкової поверхні становила у сорту Біла принцеса фазу розетки – 12,1 тис. м²/га, у фазу бутонізації – 29,4 тис.м²/га, у фазу цвітіння і в середньому за сортом – 43,5 тис.м²/га. У сорту Ослава у фазу розетки значення площі листкової поверхні становили

11,8 тис.м²/га, у фазу бутонізації – 28,7 тис.м²/га, у фазу цвітіння – 42,5 тис.м²/га. У сорту Запоріжанка показник у фазу розетки становив 11,3 тис.м²/га, у фазу бутонізації – 27,3 тис.м²/га, у фазу цвітіння – 40,5 тис.м²/га. Найменшим значенням відмічався сорт Еталон, у фазу розетки площа листкової поверхні становила – 10,8 тис.м²/га, у фазу бутонізації – 26,3 тис.м²/га, у фазу цвітіння – 38,5 тис.м²/га.

5. Внесення мінеральних добрив сприяло зменшенню показника чистої продуктивності фотосинтезу. Максимальні показники в середньому отримували на контрольному варіанті з нормою висіву насіння 1,0 млн шт./га, у сорту Біла принцеса – 8,03 г/м²/добу, у сорту Ослава – 7,22 г/м²/добу, у сорту Запоріжанка – 7,19 г/м²/добу, у сорту Еталон – 6,85 г/м²/добу.

6. Внесення добрив та збільшення норми висіву насіння збільшувало фотосинтетичний потенціал. Показник набував максимального значення на варіантах із нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀ та нормою висіву насіння 2,5 млн шт./га у міжфазний період бутонізація–цвітіння. У сорту Біла принцеса – 810,8 тис м² діб/га, у сорту Ослава – 792,0 тис м² діб/га, у сорту Запоріжанка – 755,3 тис м² діб/га, у сорту Еталон – 721,5 тис м² діб/га.

7. Слід зазначити, що внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню вмісту хлорофілу *a* та *b* у листках гірчиці білої, тоді як збільшення норм висіву сприяло його зменшенню. Максимальні значення було отримано на варіантах із нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀ та нормою висіву насіння 1,0 млн шт./га. У сорту Біла принцеса – 2,00 мг/г, у сорту Ослава – 1,87 мг/г, у сорту Запоріжанка – 1,62 мг/г, у сорту Еталон – 1,60 мг/г.

Список використаних джерел до розділу 3

1. 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.
2. Козіна Т. В. Удосконалення окремих елементів сортової технології вирощування гірчиці білої в умовах Лісостепу західного : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09. Кам'янець-Подільський, 2013. 20 с.
3. Жердецька С. В. Оптимізація елементів технології вирощування гірчиці сизої в умовах північно-східного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09. Суми, 2018. 24 с.
4. Петриченко В. Ф. Бабич А. О. Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур. *Вісник аграрної науки*. 2003. С. 15–19.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Технология возделывания горчицы. URL:<https://agrovesti.net/lib/tech/growing-oilseeds/tekhnologiya-vozdelyvaniya-gorchitsy.html> (дата звернення: 5.11.2020).
9. Ринок потребує нішевих культур. Агропрофі. URL:<http://www.agroprofi.com.ua/statti/1341-rinok-potrebue-nishevikh-kultur> (дата звернення: 12.11.2020).

10. За последние пять сезонов Украина увеличила переработку горчицы в 2 раза. ProAgro. URL: <http://www.proagro.com.ua/news/ukr/9771.html> (дата звернення: 6.12.2020).

11. Горчица: обзор мирового рынка. Agriculture. URL: <http://www.agriagency.com.ua/83.html> (дата звернення: 7.10.2020).

12. Вирощування гірчиці білої. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/10623-vyroshchuvannia-hirchytssi-biloi-iak-oliinoi-kultury.html> (дата звернення: 14.12.2020).

13. 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.

14. Методические указания по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах. Москва, 1986. 93 с.

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

16. Ничипорович А. А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений. *Физиология фотосинтеза*. 1982. С. 7 – 33.

17. Дударчук І. С. Вплив удобрення та строків сівби на фотосинтетичні показники сортів ріпаку озимого: збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН», 2013. № 3. С. 75–84.

18. The Light-Dependent Reactions of Photosynthesis. URL: <https://cnx.org/contents/-CmzvUct@11/The-Light-Dependent-Reactions-of-Photosynthesis> (дата звернення: 9.11.2020).

19. Evans, J. R. Photosynthesis and nitrogen relationship in leaves of C3 plants, *Oecologia* 78, 1989. P. 9–19.

20. Light and photosynthetic pigments URL: <https://www.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants/the-light-dependent->

reactions-of-photosynthesis/a/light-and-photosynthetic-pigments (дата звернення:3.09.2020).

21. Đokić, D., Stojanović, J., Milovanović, M. Neke karakteristike vršnog lista domaćih sorti pšenice. XII Simpozijum Jugosl. Druš. za Fiziologiju biljaka, Novi Sad, 1999. P. 56–60.

22. Гуляєв Б. І. Екофізіологія фотосинтезу: досягнення, стан та перспективи досліджень. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть*, 2001. С. 60–74.

23. Kuiper P.J.C. Adaptation mechanisms of green plants to environmental stress of life. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* № 851, 1998. P. 209–215.

24. Kof, E: M., Oorzhak, A. S., Vinogradova, I. A., Kelibernaya, Z. V., Krendeleva, T. E., Kukarskikh, Z.V., Kondykov, I. V., Chuvashева, E. S. Leaf morphology pigment complex, and productivity in wild type and alpha Pea genotypes. *Russian Journal of Plant Physiology* 51, 2004. P. 449–454.

25. Oquist G. Effects of low temperature on photosynthesis. *Plant Cell Environ.* № 6, 1983. P. 281–300.

26. Singh B., Usha K. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedling under water stress. *Plant Growth Regul.* № 2, 2003. P. 137–141.

РОЗДІЛ 4

ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ, НОРМ ВИСІВУ ТА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

4.1. Кількість плодів гірчиці білої залежно від сортових особливостей, норм висіву та мінеральних добрив

За сприятливих умов (достатня кількість тепла і вологи, широкорядний посів) гірчиця схильна до дуже сильного розгалуження, утворюючи до 60 гілок (першого–п'ятого порядку). За несприятливих умов і за суцільного способу посіву вона наближається до типу одностеблових рослин, утворюючи тільки 1–2 гілки першого порядку. За роки досліджень максимальна кількість гілок I порядку у середньому за роки досліджень мала місце за норми висіву 1,0 млн шт./га, а подальше зростання норми висіву обумовлювало зниження цього показника.

Число стручків на рослині поряд із числом насіння у стручку і їх значущістю є одним із елементів, що визначають урожай. Коливання в межах типових для зони років становить 60–100 стручків на рослині, а за всіма роками може коливатися від 30 до 150 штук [1, 2].

Установлено, що в умовах північно-східного Лісостепу України найбільшу кількість гілок I порядку формує сорт Біла принцеса – 5,2 шт., кількість стручків при цьому становить 82,4 шт.

Дещо меншими показниками характеризувався сорт Ослава. У середньому за роки досліджень цей сорт формував 5,0 шт. гілок I порядку, а кількість стручків становила 75,9 шт.

У сорту Запоріжанка показник кількості гілок I порядку становив 4,9 шт., а кількість стручків при цьому – 71,8 шт.

Найменшими показниками характеризувався сорт Еталон. За роки досліджень у середньому формував 4,6 шт. гілок I порядку та 66,1 шт. стручків (табл. 4.1).

Внесення добрив впливало на показники кількості гілок I порядку та кількості стручків. Так, у середньому за фактором В у сорту Біла принцеса на контрольному варіанті кількість гілок I порядку становила 4,5 шт., внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало цей показник на 0,3 шт., у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 1,0 шт., а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 1,4 шт. З підвищенням норми висіву кількість гілок I порядку зменшувалася. Так, за норми висіву 1,0 млн шт./га кількість гілок I порядку становила 5,6 шт., за норми висіву 1,5 млн шт./га – 5,3 шт., за норми висіву 2,0 млн шт./га – 5,0 шт., а за норми висіву 2,5 млн шт./га – 4,8 шт.

Подібна тенденція спостерігалася з кількістю стручків. На контрольному варіанті в середньому за фактором В кількість стручків становила 68,5 шт., внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало цей показник до 75,9 шт., на варіанті з нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 89,2 шт., а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 96,2 шт. Збільшення норм висіву зменшувало кількість стручків на рослині. За норми висіву 1,0 млн шт./га кількість стручків становила 102,9 шт., за норми висіву 1,5 млн шт./га – 85,7 шт., за норми висіву 2,0 млн шт./га – 75,4 шт., а за норми висіву 2,5 млн шт./га – 65,8 шт.

У сорту Запоріжанка кількість гілок I порядку на контрольному варіанті становила 4,3 шт., на варіантах із нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ цей показник збільшувався до 4,6 шт., з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 5,2 та 5,5 шт. відповідно. Максимальні показники кількості гілок I порядку були за норми висіву 1,0 млн шт./га і в середньому становили 5,2 шт. Збільшення норми висіву до 1,5 та 2,0 млн шт./га зменшувало кількість гілок I порядку на 0,2 та 0,4 шт. відповідно. Найменший показник було отримано за норми висіву 2,5 млн шт./га – 4,5 шт.

Кількість стручків на одній рослині на контрольному варіанті становила 59,2 шт., внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$

збільшувало цей показник на 7,0 та 19,2 шт. Максимальна кількість стручків у цього сорту була на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$, що порівняно з контролем більше на 24,4 шт. Чим більша загущеність посіву, тим менша кількість стручків формувалася. За норми висіву 1,0 млн шт./га кількість стручків становила 89,8 шт., за норми висіву 1,5 млн шт./га – 75,1 шт., за норми висіву 2,0 млн шт./га – 65,7 шт., а за норми висіву 2,5 млн шт./га – 56,9 шт.

У сорту Еталон на контрольному варіанті в середньому за фактором В кількість гілок I порядку становила 4,1 шт., внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало цей показник на 0,2 шт., у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 0,8 шт., а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 1,1 шт. Норми висіву також впливали на кількість гілок I порядку. Так, за норми висіву 1,0 млн шт./га кількість гілок I порядку становила 5,0 шт., за норми висіву 1,5 млн шт./га – 4,8 шт., за норми висіву 2,0 млн шт./га – 4,5 шт., а за норми висіву 2,5 млн шт./га – 4,3 шт.

На контрольному варіанті кількість стручків у цього сорту становила 54,2 шт., внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало цей показник до 60,9 шт., на варіанті з нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 71,3 шт., а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 77,9 шт. За норми висіву 1,0 млн шт./га кількість стручків становила 82,7 шт., за норми висіву 1,5 млн шт./га – 69,2 шт., за норми висіву 2,0 млн шт./га – 60,2 шт., а за норми висіву 2,5 млн шт./га – 52,2 шт.

У сорту Ослава кількість гілок I порядку на контрольному варіанті становила 4,4 шт., на варіантах із нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ цей показник збільшувався до 4,7 шт., з нормами добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 5,3 та 5,7 шт. відповідно. Максимальні показники кількості гілок I порядку були за норми висіву 1,0 млн шт./га і в середньому становили 5,4 шт. За збільшення норми висіву до 1,5 та 2,0 млн шт./га кількість гілок I порядку зменшувалася на 0,3 та 0,5 шт. відповідно. Найменший показник було отримано за норми висіву 2,5 млн шт./га – 4,7 шт.

Таблиця 4.1

**Елементи структури продуктивності гірчиці білої залежно від сорту,
норм висіву та мінерального живлення (середнє за 2016–2018 рр.)**

Сорт (фактор А)	Норми добрив (фактор В)	Норми висіву (фактор С)	Кількість гілок І порядку, шт.	Кількість стручків, шт.
Біла принцеса	Контроль	1,0	4,8	86,4
		1,5	4,5	73,3
		2,0	4,4	62,6
		2,5	4,1	51,7
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	5,3	93,4
		1,5	5,0	81,8
		2,0	4,6	67,6
		2,5	4,4	60,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	5,9	107,8
		1,5	5,5	90,4
		2,0	5,3	85,2
		2,5	5,2	73,5
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	6,2	124,1
		1,5	6,0	97,3
		2,0	5,7	86,2
		2,5	5,6	77,1
Запоріжанка	Контроль	1,0	4,5	75,2
		1,5	4,4	64,8
		2,0	4,2	53,6
		2,5	3,9	43,2
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	5,0	82,2
		1,5	4,7	71,2
		2,0	4,4	58,6
		2,5	4,1	52,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	5,5	95,3
		1,5	5,2	78,6
		2,0	5,0	75,5
		2,5	4,9	64,1
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	5,8	106,3
		1,5	5,6	85,7
		2,0	5,4	75,1
		2,5	5,1	67,3
Контроль	1,0	4,3	69,1	
	1,5	4,2	57,6	
	2,0	4,0	49,6	
	2,5	3,7	40,4	

Продовження таблиці 4.1

Еталон	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	4,7	75,7
		1,5	4,5	65,4
		2,0	4,2	53,7
		2,5	3,9	48,9
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	5,3	86,6
		1,5	4,9	72,3
		2,0	4,7	68,3
		2,5	4,6	57,8
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	5,5	99,4
		1,5	5,4	81,3
		2,0	5,1	69,0
		2,5	4,8	61,7
Ослава	Контроль	1,0	4,7	78,8
		1,5	4,4	66,7
		2,0	4,3	58,3
		2,5	4,0	47,4
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	5,1	86,1
		1,5	4,9	77,4
		2,0	4,5	64,5
		2,5	4,3	55,2
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	5,7	99,1
		1,5	5,3	84,3
		2,0	5,1	77,5
		2,5	5,0	66,4
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	6,0	112,3
		1,5	5,9	91,2
		2,0	5,5	79,4
		2,5	5,3	70,2
Duncan test _{0,05} ABC			0,8	16,7

Кількість стручків на одній рослині на контрольному варіанті становила 62,8 шт., внесення добрив у нормах N₃₀P₃₀K₃₀ та N₆₀P₆₀K₆₀ збільшувало цей показник до 70,8 та 81,8 шт. Найбільшу кількість стручків у цього сорту було отримано на варіанті з нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀ – 88,3 шт. Отже, чим більша норма висіву, тим менша кількість стручків формувалася. За норми висіву 1,0 млн шт./га кількість стручків становила 94,1 шт., за

норми висіву 1,5 млн шт./га – 79,9 шт., за норми висіву 2,0 млн шт./га – 69,9 шт., а за норми висіву 2,5 млн шт./га – 59,8 шт.

Варто відмітити, що залежно від норм мінеральних добрив та норм висіву такі показники, як довжина стручків та кількість насінин у стручку майже не змінювалися. Так, у середньому за роки досліджень у сорту Біла принцеса довжина стручків коливалася у межах 5,4–5,6 см, а кількість насінин у стручку від 4,8 до 5,6 шт. У сорту Запоріжанка довжина стручків була у межах 5,1–5,5 см, а кількість насінин у них була від 4,7 до 5,1 шт. У сорту Еталон довжина стручків коливалася від 4,4 до 5,1 см, а кількість насінин у стручку була у межах 4,7–5,5 шт. У сорту Ослава довжина стручків була у межах 5,5–5,7 см, а кількість насінин у стручку формувалася від 4,8 до 5,4 шт.

4.2. Індивідуальна продуктивність рослин гірчиці білої залежно від сортових особливостей, норм висіву та мінеральних добрив

Одним із об'єктивних факторів, які впливають на реалізацію потенціалу культури, є рівень індивідуальної продуктивності рослин. Це пов'язано з тим, що за його допомогою можна розрахувати біологічну врожайність посівів, яка є важливим елементом програмування врожаю.

Насіннева продуктивність сільськогосподарських культур лише на 20–30 % зумовлюється генотипом сорту. Велике значення мають фактори зовнішнього середовища та технологія вирощування культури [3].

Аналіз літературних джерел дає змогу констатувати, що насіннева продуктивність гірчиці вичерпана далеко не повністю. Вона значно залежить від факторів, які можна регулювати прийомами технології вирощування.

Залежно від сорту, норм висіву та мінерального живлення індивідуальна продуктивність гірчиці білої в умовах північно-східного

Лісостепу України в середньому становила 1,17 г/рослину та коливалася у межах 0,45 до 2,57 г/рослину.

У середньому за фактором А найвищі показники індивідуальної продуктивності були отримані у сорту Біла принцеса – 1,42 г/рослину, дещо меншим значенням характеризувався сорт Ослава – 1,29 г/рослину. У сорту Запоріжанка індивідуальна продуктивність була на рівні 1,02 г/рослину. Найменшим значенням відмічався сорт Еталон – 0,96 г/рослину (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Індивідуальна продуктивність гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінерального живлення, г/рослину (середнє за 2016–2018 рр.)

Варіанти дослідів						Середнє	
Норми добрив (фактор В)	Норми висіву (фактор С)	сорт (фактор А)				фактор В	Фактор С
		Біла принцеса	Запоріжанка	Еталон	Ослава		
Контроль	1,0	1,74	1,22	1,19	1,63	0,94	1,80
	1,5	1,24	0,93	0,91	1,11		1,27
	2,0	0,82	0,67	0,68	0,77		0,93
	2,5	0,64	0,47	0,45	0,57		0,68
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	2,14	1,56	1,46	2,01	1,17	
	1,5	1,47	1,18	1,10	1,36		
	2,0	1,05	0,90	0,86	0,91		
	2,5	0,82	0,59	0,59	0,71		
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	2,45	1,66	1,52	2,23	1,28	
	1,5	1,65	1,21	1,08	1,51		
	2,0	1,20	0,94	0,86	1,10		
	2,5	0,94	0,63	0,63	0,85		
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	2,57	1,67	1,52	2,30	1,30	
	1,5	1,75	1,19	1,07	1,56		
	2,0	1,23	0,92	0,81	1,11		
	2,5	0,95	0,63	0,62	0,84		
Середнє, фактор А		1,42	1,02	0,96	1,29		
Duncan test 0,05					0,26	0,35	0,71

Залежно від норм мінеральних добрив змінювалися показники індивідуальної продуктивності гірчиці білої. Так, у середньому за фактором В на контрольному варіанті індивідуальна продуктивність рослин становила 0,94 г/рослину. За внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ цей показник підвищувався до 1,17 г/рослину, тобто на 0,23 г/рослину більше за контрольний варіант. За підвищення норми добрив до $N_{60}P_{60}K_{60}$ індивідуальна продуктивність зростала до 1,28 г/рослину, а за внесення добрив у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ вона збільшувалася до 1,30 г/рослину.

За збільшення норм висіву насіння індивідуальна продуктивність гірчиці білої зменшувалася. Максимальне значення було отримане за норми висіву 1,0 млн шт./га – 1,80 г/рослину. За норми висіву 1,5 та 2,0 млн шт./га індивідуальна продуктивність рослин зменшувалася до 1,27 та 0,93 г/рослину відповідно. Найменше значення було отримано за норми висіву 2,5 млн шт./га – 0,68 г/рослину.

4.3. Урожайність гірчиці білої залежно від сортових особливостей, норм висіву та мінеральних добрив

Звичайна врожайність гірчиці (білої або серептської) в Україні – близько 1,0–1,5 т/га (у фермерів може сягати – 1,7–2,0 т/га). Але за обґрунтованого підходу цілком можливо щороку вирощувати урожай гірчиці на зрошенні або в зонах достатнього зволоження на рівні 2,5–3,0 т/га. Світовий рекорд урожайності гірчиці було отримано у 2017 році, він становив 5,7 т/га. Такий урожай був отриманий за вирощування ГМО гірчиці в Індії, за технологією SMI, в Umariya District, Madhya Pradesh. У цьому ж регіоні в результаті таких випробувань деякі сорти ГМО гірчиці давали 3,0–4,0 т/га за середнього вмісту олії в насінні 42 % (за врожайності звичайних сортів ГМО гірчиці в 2,6 т/га) [4, 5].

За розрахунку технології вирощування насамперед виходили з рівня вологозабезпечення в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

За результатами досліджень в наших умовах за фактором А суттєво більшу врожайність формував сорт Біла принцеса – 2,05 т/га (Duncan test $_{0,05} = 0,1$ т/га). У сортів Ослава та Запоріжанка урожайність становила 1,85 та 1,49 т/га відповідно. Виходячи з низької індивідуальної продуктивності, найменшим показником урожайності характеризувався сорт Еталон – 1,41 т/га (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Урожайність гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінерального живлення, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Варіанти досліджу						Середнє	
Норми добрив (фактор В)	Норми висіву (фактор С)	сорт (фактор А)				фактор В	Фактор С
		Біла принцеса	Запоріжанка	Еталон	Ослава		
Контроль	1,0	1,63	1,14	1,11	1,52	1,36	1,69
	1,5	1,74	1,31	1,27	1,56		1,78
	2,0	1,54	1,26	1,28	1,43		1,73
	2,5	1,49	1,09	1,04	1,33		1,60
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	2,00	1,46	1,36	1,88	1,70	
	1,5	2,06	1,66	1,54	1,91		
	2,0	1,96	1,69	1,61	1,71		
	2,5	1,91	1,38	1,39	1,66		
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	2,29	1,55	1,42	2,08	1,86	
	1,5	2,32	1,69	1,52	2,12		
	2,0	2,25	1,76	1,60	2,05		
	2,5	2,19	1,47	1,47	1,99		
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	2,40	1,56	1,42	2,15	1,88	
	1,5	2,45	1,67	1,50	2,18		
	2,0	2,30	1,72	1,51	2,07		
	2,5	2,21	1,48	1,46	1,97		
Середнє, фактор А		2,05	1,49	1,41	1,85		
Duncan test $_{0,05} ABC = 0,39$					A=0,1	B=0,1	C=0,1

За фактором В у середньому найменша урожайність була отримана на контрольному варіанті – 1,36 т/га. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ суттєво

збільшувало урожайність до 1,70 т/га, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 1,86 т/га, а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 1,88 т/га. Слід відзначити, що підвищення врожайності за внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ не було суттєвим порівняно з попередньою нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ (Duncan test $_{0,05} = 0,1$ т/га).

За аналізом впливу норм висіву (фактор С) на урожайність гірчиці білої було виявлено, що найвища урожайність була отримана за норм висіву насіння 1,5 та 2,0 млн шт./га – 1,78 та 1,73 т/га відповідно. Дещо менша урожайність була отримана за норми висіву 1,0 млн шт./га – 1,69 т/га. Суттєво меншу врожайність отримали за норми висіву 2,5 млн шт./га – 1,60 т/га (Duncan test $_{0,05} = 0,1$ т/га). Слід зазначити, що у сортів Біла принцеса і Ослава найвищі показники врожайності були отримані на варіантах із нормою висіву насіння 1,0 та 1,5 млн шт./га, тоді як у сортів Запоріжанка та Еталон на варіантах із нормою висіву насіння 1,5 та 2,0 млн шт./га.

Показники врожайності в розрізі досліджуваних років наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Урожайність гірчиці білої залежно від умов року, сорту, норм висіву та мінерального живлення, т/га (2016–2018 рр.)

Сорт (фактор А)	Норми добрив (фактор В)	Норми висіву (фактор С)	Урожайність, т/га			
			2016	2017	2018	Середнє
Біла принцеса	Контроль	1,0	1,85	1,68	1,35	1,63
		1,5	1,94	1,76	1,51	1,74
		2,0	1,73	1,54	1,36	1,54
		2,5	1,71	1,49	1,28	1,49
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	1,0	2,27	1,98	1,72	1,99
		1,5	2,39	2,09	1,69	2,06
		2,0	2,39	1,95	1,55	1,96
		2,5	2,22	1,94	1,57	1,91
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	1,0	2,68	2,28	1,91	2,29
		1,5	2,68	2,37	1,92	2,32

Продовження таблиці 4.4

Біла принцеса		2,0	2,65	2,3	1,81	2,25	
		2,5	2,55	2,23	1,8	2,19	
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	2,72	2,39	2,08	2,40	
		1,5	2,78	2,54	2,03	2,45	
		2,0	2,68	2,36	1,85	2,30	
		2,5	2,58	2,24	1,81	2,21	
Запоріжанка	Контроль	1,0	1,31	1,12	1	1,14	
		1,5	1,52	1,23	1,19	1,31	
		2,0	1,52	1,17	1,1	1,26	
		2,5	1,24	1,04	1	1,09	
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	1,68	1,43	1,28	1,46	
		1,5	1,95	1,78	1,24	1,66	
		2,0	2,09	1,66	1,32	1,69	
		2,5	1,59	1,34	1,21	1,38	
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	1,78	1,56	1,31	1,55	
		1,5	2,14	1,68	1,26	1,69	
		2,0	2,15	1,89	1,25	1,76	
		2,5	1,78	1,41	1,21	1,47	
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	1,81	1,56	1,31	1,56	
		1,5	2,11	1,68	1,22	1,67	
		2,0	2,11	1,87	1,18	1,72	
		2,5	1,81	1,41	1,21	1,48	
	Еталон	Контроль	1,0	1,26	1,14	0,93	1,11
			1,5	1,49	1,23	1,1	1,27
			2,0	1,61	1,21	0,96	1,26
			2,5	1,23	1,07	0,82	1,04
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀		1,0	1,72	1,38	0,98	1,36	
		1,5	1,84	1,64	1,24	1,57	

<i>Продовження таблиці 4.4</i>							
Еталон		2,0	1,95	1,64	1,01	1,53	
		2,5	1,65	1,41	1,1	1,39	
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	1,71	1,51	1,05	1,42	
		1,5	1,81	1,45	1,3	1,52	
		2,0	1,84	1,53	1,21	1,53	
		2,5	1,8	1,48	1,14	1,47	
			1,0	1,81	1,42	1,02	1,42
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,5	1,85	1,54	1,12	1,50	
		2,0	1,84	1,54	1,14	1,51	
		2,5	1,82	1,49	1,07	1,46	
			1,0	1,62	1,38	0,97	1,32
	Ослава	Контроль	1,5	1,6	1,36	1,11	1,36
			2,0	1,52	1,25	0,92	1,23
			2,5	1,36	1,14	0,9	1,13
			1,0	2,37	1,89	1,38	1,88
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀		1,5	2,26	1,91	1,57	1,91	
		2,0	2,07	1,72	1,34	1,71	
		2,5	2,04	1,65	1,28	1,66	
			1,0	2,49	2,06	1,69	2,08
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀		1,5	2,51	2,12	1,74	2,12	
		2,0	2,52	2,07	1,57	2,05	
		2,5	2,4	1,99	1,58	1,99	
			1,0	2,61	2,21	1,64	2,15
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀		1,5	2,59	2,16	1,79	2,18	
		2,0	2,47	2,08	1,65	2,07	
		2,5	2,43	1,95	1,54	1,97	
				2,01	1,70	1,35	1,68
HIP _{0.05}							

Слід зазначити, що сприятливі умови 2016 року обумовили максимальну врожайність у середньому за варіантами досліджень – 2,01 т/га. Меншу врожайність було отримано в 2017 році – 1,7 т/га, а несприятливі умови 2018 року обумовили суттєвий недобір урожаю (0,66 т/га).

За роки досліджень вплив на формування врожайності гірчиці білої у середньому за 2016–2018 рр.: фактор А «сорт» – 30,87 %, фактор В «норми мінеральних добрив» – 24,51 %, фактор С «норми висіву» – 2,19 %, а фактор «інші умови року» – 37,23 % (рис. 4.1).

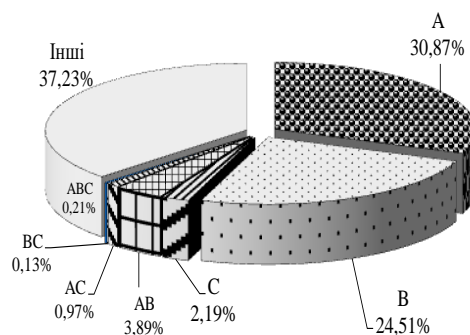


Рис. 4.1. Частка впливу факторів на врожайність гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінеральних добрив, % (середнє за 2016–2018 рр.)

4.4. Якість насіння залежно від сортових особливостей, норм висіву та мінеральних добрив

Розмір насіння гірчиці білої 4 мм, а маса 1000 насінин може сягати до 8 г. Значною мірою цей показник залежить від сортових особливостей, проте може змінюватися залежно від погодно-кліматичних умов та під впливом технології вирощування. Це підтверджується рядом відчизняних та закордонних учених [6, 7, 8, 9, 10].

Так, на думку С. Кеіванрад та П. Занді вага маси 1000 насінин може змінюватися під впливом густоти рослин і рівня азотних добрив. Проте, на їх думку, більший вплив на цей показник мають мінеральні добрива, а під впливом норм висіву показник суттєво не змінюється. Хоча автори зазначають, що обґрунтована норма висіву насіння посилює оптимальне використання екологічного стану культури, що зменшує конкуренцію між рослинами, в подальшому це призводить до утворення насіння з більшою вагою. Це також підтверджується іншими закордонними вченими [11, 12, 13].

За результатами отриманих даних за фактором А було встановлено, що найвищий показник маси 1000 насінин мав сорт Біла принцеса – 5,19 г. Сорти Запоріжанка і Ослава формували насіння з масою 1000 насінин на рівні 6,67–5,12 г. Найменша маса 1000 насінин була у сорту Еталон – 4,38 г. Залежно від норм добрив (фактор В) маса 1000 насінин зростала з підвищенням рівня мінерального живлення. На контрольному варіанті маса 1000 насінин становила 4,71 г. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало показник на 0,13 г (4,84 г). Максимальна маса 1000 насінин була отримана на варіанті з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 4,91 г. Подальше збільшення норми добрив до $N_{90}P_{90}K_{90}$ підвищувало масу 1000 насінин на 0,17 г порівняно з контролем, але менше на 0,03 г за варіант із нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$.

За фактором С залежно від норм висіву було встановлено, що максимальна маса 1000 насінин формувалася на варіанті з нормою висіву 1,0 млн шт./га – 5,01 г. Збільшення норми висіву до 1,5 та 2,0 млн шт./га зменшувало показник на 0,10 та 0,20 г порівняно з контролем. Найменша маса 1000 насінин була отримана на варіанті з нормою висіву 2,5 млн шт./га – 4,62 г, що менше на 0,39 г порівняно з контролем.

Таблиця 4.5

Маса 1000 насінин гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінерального живлення, г (середнє за 2016–2018 рр.)

Варіанти дослідів						Середнє	
Норми добрив (фактор В)	Норми висіву (фактор С)	сорт (фактор А)				Фактор В	Фактор С
		Біла принцеса	Запоріжанка	Еталон	Ослава		
Контроль	1,0	5,2	4,8	4,4	5,1	4,71	5,01
	1,5	5,1	4,6	4,4	5,0		4,91
	2,0	5,0	4,5	4,3	4,9		4,81
	2,5	4,8	4,4	4,2	4,7		4,62
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	5,4	4,8	4,5	5,2	4,84	
	1,5	5,3	4,7	4,5	5,2		
	2,0	5,2	4,7	4,4	5,0		
	2,5	5,0	4,5	4,2	4,9		
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	5,5	4,8	4,5	5,5	4,91	
	1,5	5,4	4,8	4,4	5,4		
	2,0	5,3	4,7	4,4	5,2		
	2,5	5,0	4,5	4,2	5,0		
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	5,5	4,8	4,6	5,5	4,88	
	1,5	5,3	4,7	4,5	5,3		
	2,0	5,1	4,8	4,4	5,1		
	2,5	4,9	4,6	4,1	4,9		
Середнє, фактор А		5,19	4,67	4,38	5,12		

У структурі виробництва олійної сировини останніми роками спостерігається стійка тенденція до зростання частки гірчиці. Насамперед це пов'язано з появою сортів, які не містять у своєму складі ерукової кислоти. У своєму складі олія гірчиці білої в середньому містить: 32 % білка, 35 % жиру, 14 % безазотних екстрактних речовин, 4,2 % золи і 9 % клітковини. Показники коливаються залежно від ґрунтово-кліматичних і погодних умов, окремих елементів технології вирощування. Гірчичне насіння є поживним харчовим продуктом. Високий вміст білка викликає особливий інтерес за використання у переробленому м'ясі. Накопичення білкових речовин у

насінні гірчиці йде інтенсивно відразу після цвітіння. Після закінчення росту насіннєвих тканин синтез білка дещо слабшає і відбувається інтенсивне перетворення вуглеводів у жири [14, 15]. Вміст жиру в насінні капустяних культур може змінюватися залежно від мінерального живлення та норм висіву. Дослідження С. Кейванграда, Б. Дельхоша та ін. показали, що найбільший вміст олії формується за нижчої норми висіву (0,8 млн шт./га), тоді як внесення добрив, навпаки, зменшує загальний відсоток вмісту олії в насінні. Проте найвищий збір олії отримують на варіантах із внесенням мінеральних добрив, що формується за рахунок більшої урожайності. Це також підтверджують українські науковці [9, 10, 12, 16].

За фактором А було встановлено, що в середньому найвищий вміст жиру в насінні формував сорт Біла принцеса – 31,03 %, він коливався у межах 30,2–31,6 % (табл. 4.6). У сорту Ослава вміст жиру становив 29,14 % і коливався у межах 28,5–29,9 %. У сорту Запоріжанка середній вміст жиру становив 28,04 % і був у межах 27,4–28,8 %. У сорту Еталон був найменший вміст жиру – 26,93 % – варіював від 25,9 до 27,7 %.

За фактором В було виявлено, що за збільшення норм мінеральних добрив вміст жиру в насінні гірчиці білої зменшувався. Так, на контрольному варіанті показник становив 29,21 %. За внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ вміст жиру в насінні гірчиці білої зменшувався до 28,96 % і 28,67 % відповідно. Найменший вміст жиру був на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 28,30 %.

За фактором С залежно від норм висіву було встановлено, що максимальний вміст жиру формувався на варіанті з нормою висіву 1,0 млн шт./га – 29,09 %.

Таблиця 4.6

Вміст жиру в насінні гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінерального живлення, % (середнє за 2016–2018 рр.)

Варіанти дослідів						Середнє	
Норми добрив (фактор В)	Норми висіву (фактор С)	сорт (фактор А)				фактор В	Фактор С
		Біла принцеса	Запоріжанка	Еталон	Ослава		
Контроль	1,0	31,6	28,8	27,7	29,9	29,21	29,09
	1,5	31,6	28,6	27,4	29,6		28,87
	2,0	31,4	28,3	27,3	29,4		28,69
	2,5	31,3	28,1	27,1	29,3		28,49
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	31,4	28,5	27,4	29,7	28,96	
	1,5	31,3	28,4	27,2	29,3		
	2,0	31,1	28,4	27,0	29,1		
	2,5	30,9	27,9	26,8	28,9		
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	31,3	28,2	27,2	29,3	28,67	
	1,5	31,0	27,9	26,9	29,1		
	2,0	30,9	27,8	26,7	28,8		
	2,5	30,7	27,6	26,6	28,7		
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	30,8	27,8	26,8	29,0	28,30	
	1,5	30,6	27,5	26,6	28,9		
	2,0	30,3	27,5	26,3	28,7		
	2,5	30,2	27,4	25,9	28,5		
Середнє, фактор А		31,03	28,04	26,93	29,14		

Збільшення норми висіву до 1,5 та 2,0 млн шт./га зменшувало показник до 28,87 та до 28,67 % відповідно. Найменший вміст жиру був на варіанті з нормою висіву 2,5 млн шт./га – 28,49 %.

4.5. Збір олії залежно від сортових особливостей, норм висіву та мінеральних добрив

Збільшення площ вирощування олійних культур з метою отримання продовольчої олії, а також отримання біоетанолу зумовлює пошук високопродуктивних олійних культур. В умовах Лісостепу України серед ярих олійних культур гірчиця біла займає визначне місце. Проте

використання насіння для виробництва олії та гірчичного борошна у харчовій переробній промисловості обмежує збільшення обсягів виробництва олієнасіння. В умовах світової енергетичної кризи та у зв'язку з необхідністю збільшення вирощування енергомістких культур потребують перегляду площі вирощування олійних культур та їх валовий збір. Упродовж тривалого періоду гірчицю білу розглядали як високобілкову кормову культуру зеленого конвеєра та сидеральну культуру зони Лісостепу. Як свідчить практика, роль гірчиці білої як кормової і сидеральної культури не зменшена, але за сучасних умов цю культуру потрібно розцінювати як високоврожайну, адаптовану до зони Лісостепу олійну культуру, яка поряд із господарським використанням є енерго- і ресурсоощадною культурою [17, 18, 19].

За результатами досліджень виявлено, що за фактором А в середньому найвищий збір олії в насінні формував сорт Біла принцеса – 0,63 т/га, він коливався у межах 0,466–0,750 т/га. У сорту Ослава збір олії становив 0,54 т/га і коливався у межах 0,390–0,630 т/га. У сорту Запоріжанка середній збір олії становив 0,42 т/га і був у межах 0,306–0,473 т/га. У сорту Еталон був найменший збір олії – 0,42 т/га і варіював від 0,282 до 0,435 т/га (табл. 4.7).

За фактором В було виявлено, що на контрольному варіанті показник становив 0,40 т/га. За внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник підвищувався до 0,49 т/га, тоді як за норми добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ було отримано однаковий збір олії – 0,54 т/га.

За фактором С залежно від норм висіву було встановлено, що максимальний збір олії отримували на варіанті з нормою висіву 1,5 млн шт./га – 0,52 т/га.

Таблиця 4.7

Збір олії гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінерального живлення, г/рослину (середнє за 2016–2018 рр.)

Варіанти дослідів						Середнє	
Норми добрив (фактор В)	Норми висіву (фактор С)	сорт (фактор А)				Фактор В	Фактор С
		Біла принцеса	Запоріжанка	Еталон	Ослава		
Контроль	1,0	0,515	0,328	0,307	0,454	0,40	0,49
	1,5	0,550	0,375	0,348	0,462		0,52
	2,0	0,484	0,357	0,349	0,420		0,50
	2,5	0,466	0,306	0,282	0,390		0,46
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,0	0,628	0,416	0,373	0,558	0,49	
	1,5	0,645	0,471	0,419	0,560		
	2,0	0,610	0,480	0,435	0,498		
	2,5	0,590	0,385	0,373	0,480		
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,0	0,717	0,437	0,386	0,609	0,54	
	1,5	0,719	0,472	0,409	0,617		
	2,0	0,695	0,489	0,427	0,590		
	2,5	0,672	0,406	0,391	0,571		
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,0	0,739	0,434	0,381	0,624	0,54	
	1,5	0,750	0,459	0,399	0,630		
	2,0	0,697	0,473	0,397	0,594		
	2,5	0,667	0,406	0,378	0,561		
Середнє, фактор А		0,63	0,42	0,38	0,54		

Зменшення норми висіву до 1,0 млн шт./га знижувало показник до 0,49 т/га, а збільшення норм висіву до 2,0 та 2,5 млн шт./га зменшувало показник до 0,50 та 0,46 т/га відповідно.

Висновки до розділу 4

1. Показники структури продуктивності рослин були максимальні на варіанті з нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀. та за норми висіву насіння 1,0 млн шт./га. Так, у сорту Біла принцеса були отримані найвищі показники кількості гілок I порядку – 6,2 шт. та кількості стручків – 124,1 шт. У сорту Ослава кількість гілок I порядку становила 6,0 шт, а кількість стручків при цьому – 112,3 шт. У сорту Запоріжанка кількість гілок I порядку становила

5,8 шт., а кількість стручків – 106,3 шт. У сорту Еталон максимальна кількість гілок становила 5,5 шт., а кількість стручків – 99,4 шт.

2. Установлено, що в умовах північно-східного Лісостепу України в середньому найбільшу індивідуальну продуктивність формували сорти Біла принцеса – 1,43 г/рослину. Дещо менший показник у сорту Ослава – 1,29 г/рослину. Рослини сорту Запоріжанка формували індивідуальну продуктивність на рівні 1,02 г/рослину. Найменші показники отримані у сорту Еталон – 0,96 г/рослину. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало індивідуальну продуктивність в середньому за сортами на 25 %, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 36 %, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 38 %.

3. Збільшення норм висіву зменшувало індивідуальну продуктивність рослин. Так, за норми висіву насіння 1,0 млн шт./га показник у середньому за сортами становив 1,80 г/рослину. За норми висіву 1,5 млн шт./га зменшувалась індивідуальна продуктивність до 1,27 г/рослин, а за норми 2,0 млн шт./га до 0,93 г/рослину. Найменше значення було отримане на варіанті з нормою висіву насіння 2,5 млн шт./га – 0,68 г/рослину.

4. У середньому за роки досліджень найбільшу врожайність формували сорти Біла принцеса – 2,0 т/га. Сорти Ослава та Запоріжанка формували врожай на рівні 1,85 та 1,49 т/га відповідно. Найменший урожай отримано у сорту Еталон – 1,41 т/га.

5. Максимальні показники врожайності формувалися на варіантах із нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та з нормою висіву насіння 1,5 млн шт./га у сортів Біла принцеса і Ослава і становили 2,45 та 2,18 т/га відповідно. У сортів Запоріжанка та Еталон максимальні показники врожайності формувалися на варіанті з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та нормою висіву насіння 2,0 млн шт./га – 1,76 та 1,60 т/га відповідно.

6. Сприятливі умови 2016 року обумовили максимальну врожайність у середньому за варіантами досліджень – 2,01 т/га. Меншу врожайність було отримано в 2017 році – 1,7 т/га. Несприятливі умови 2018 року обумовили суттєвий недобір врожаю (0,66 т/га).

7. Розраховано вплив на формування врожайності гірчиці білої у середньому за 2016–2018 рр.: фактор А «сорт» – 30,87 %, фактор В «норми мінеральних добрив» – 24,51 %, фактор С «норми висіву» – 2,19 %, а фактор «інші-умови року» – 37,23 %.

8. Установлено, що найбільшу масу 1000 насінин формував сорт Біла принцеса – 5,19 г. Дещо менші показники були у сортів Ослава і Запоріжанка – 5,12 та 4,67 г відповідно. Найменша маса 1000 насінин була у сорту Еталон – 4,38 г. Внесення добрив у середньому збільшувало показник на 0,17 г, тоді як збільшення норм висіву зменшувало масу 1000 насінин у середньому на 0,23 г.

9. Найвищий вміст жиру було зафіксовано на контрольному варіанті у сорту Біла принцеса – 31,6 %, у сорту Ослава – 29,9 %, у сорту Запоріжанка – 28,8 %, у сорту Еталон – 27,7 %. Внесення добрив та збільшення норм висіву зумовили зменшення олійності насіння.

10. Максимальний збір олії було відмічено у сорту Біла принцеса – 0,63 т/га. Загальний збір олії на контрольному варіанті становив 0,40 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло збільшенню збору олії на 0,09 т/га. Максимальний збір олії забезпечило внесення добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 0,54 т/га, подальше внесення добрив не сприяло збільшенню збору олії. Найбільший збір олії відмічали за норми висіву насіння 1,5–2,0 млн шт./га – 0,52 і 0,50 т/га відповідно.

Список використаних джерел до розділу 4

1. Козіна Т. В. Удосконалення окремих елементів сортової технології вирощування гірчиці білої в умовах Лісостепу західного : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09. Кам'янець-Подільський, 2013. 20 с.
2. Рекомендації з вирощування ріпаку ярого та гірчиці білої : науково-методичне видання / В. Ф. Сайко та ін. Київ : Колобіг, 2005. 36 с.
3. Жаркова Г. Огляд нових сортів та гібридів олійних культур. *Пропозиція*. 2001. № 11. С. 46–49.
4. Kurmi K. Influence of sowing date on the performance of rapeseed and mustard varieties under rainfed situation of Southern Assam / K. Kurmi. *Journal of Oilseeds Research*. 2002. № 19(2). P. 197–198.
5. Piri I. Effect of sulphur fertilizer on sulphur uptake and forage yield of Brassica juncea in condition of different regimes of irrigation / I. Piri, A. Rahimi, A. Tavassoli. *African Journal of Agricultural Research*. 2012. № 7. P. 958–963.
6. Мельник А. В. Агробіологічні особливості вирощування соняшнику та ріпаку ярого в умовах північно-східного Лісостепу України : монографія. Суми : ВТД Університетська книга. 2007. 229 с.
7. 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.
8. Жуйков О. Г. Агробіологічне обґрунтування комплексу технологічних прийомів вирощування видів гірчиці в умовах південного степу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. с.-г. наук : 06.01.09. Херсон, 2015. 40 с.
9. 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.

10. 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.

11. Жердецька С. В. Ефективність внесення мінеральних добрив за вирощування гірчиці сизої ярої в умовах Сумської області. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 23–24 жовтня. Харків, 2017. С. 139–141.

12. Keivanrad S., Delkhosh B., Hossein A., Rad S., Zandi P. The Effect of Different Rates of Nitrogen and Plant Density on Qualitative and Quantitative traits of Indian mustard. *Advances in Environmental Biology*, № 6, 2012. P. 145-152.

13. Saleem, M., M.A. Cheema and M.A. Malik. 2001. Agro-economic assessment of canola planted under different levels of nitrogen and row spacing. *Int. J. Agric. Biol.* 3: 27–30.

14. Льон олійний, гірчиця. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури) / І. А. Шевченко та ін. *Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України*. Запоріжжя : СТАТУС, 2017. 44 с.

15. Burton, W.A., Pymer S.J., Salisbury P.A., Kirk J.T.O., Oram R.N. Performance of Australian canola quality Brassica juncea breeding lines. In: Wratten, N., P.A. Salisbury, (Eds.), 10th International Rapeseed Congress, 1999. P. 113–115.

16. Bani-Saeedi, A., 2001. Examination of different amount of nitrogen and density on growth, quantity and quality characters in canola, in Khozestan climate condition. Thesis of MSc, Dezfool University, Dezfool, 187 p. (In Persian).

17. Кернасюк Ю. Експортний тренд – нішеві культури. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 4. С. 23–25.

18. Sharma, D.K. and A. Kumar. 1990. Effect of nitrogen on yield, uptake, recovery and nitrogen use efficiency of mustard under different irrigation scheduling. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 38: 229–232.

19. Zangani, E., A. Kashani, G.H. Fathi and M. Mesgarbashi. 2006. Effect and efficiency of nitrogen levels on quantitative and qualitative yield and yield components of two cultivars of rapeseed in Ahvaz region. *Iranian J. Agric. Sci.* 37: 39–45 (In Persian).

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА І ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ, НОРМ ВИСІВУ ТА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

5.1. Економічна ефективність вирощування гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінеральних добрив

Одним із основних складників матеріального виробництва є виготовлення сільськогосподарської продукції.

При дослідженні елементів технологій вирощування слід звернути особливу увагу на визначення економічної ефективності. Це дозволить з'ясувати не лише співвідношення результату і витрат, а й співвідношення результату і діяльності.

Економічна ефективність – це отримання максимальної кількості продукції з одиниці площі при найменших затратах коштів та праці на вироблену одиницю продукції [1].

Оцінити показники економічної ефективності при здійсненні різних заходів, включаючи окремі елементи технології, можна через відповідні показники економічної ефективності на базі існуючих норм та нормативів [3].

Вартісні та натуральні показники, що свідчать про перевагу удосконалених елементів технології вирощування, використовують для визначення економічної ефективності [4, 5].

Основними вартісними показниками є собівартість продукції, прибуток та рентабельність виробництва, а до натуральних показників відносять передусім урожайність з одиниці площі. Зв'язок натуральних та вартісних показників можна побачити на такому прикладі: за збільшення врожаю насіння гірчиці білої підвищується рівень виручки, а собівартість продукції зменшується.

Для аналізу ефективності вирощування варто звернути увагу на всі показники рентабельності, передусім значення маси прибутку. Адже якщо використовувати тільки показник рівня рентабельності, можна зробити висновки про економічну ефективність і, як наслідок, неправильно визначити ступінь вигідності виробництва продукції на господарстві. Це зумовлено тим, що однаковий рівень рентабельності можливо досягнути за різної маси прибутку з гектара посіву.

Давно відома залежність економічного стану підприємства не лише від ступеня окупності витрат, а й від маси прибутку з одиниці площі та по господарству загалом, дає нам зрозуміти, що чим вищий прибуток із гектара, тим більше шансів господарство має для нових інвестицій, для прискорення розширеного відтворення та укріплення своїх позицій на ринку [3–5].

Упровадження окремих елементів до технології має забезпечити не лише одержання високого рівня продуктивності посівів гірчиці білої, а й знизити собівартість вирощування. Неодноразово застосування необґрунтованих технологічних прийомів вело до одержання дорогої продукції, а це призводило до збитків.

За результатами проведених обрахунків економічної ефективності вирощування гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінерального живлення встановлено, що це є економічно вигідно на всіх варіантах дослідів. Так, показник рентабельності вирощування гірчиці білої коливався в межах 11–155 %, а маса прибутку – 1 856–15 635 грн/га залежно від досліджуваних факторів.

Показники економічної ефективності при вирощуванні гірчиці білої сорту Біла принцеса змінювались залежно від норми висіву насіння та мінерального живлення (табл. 5.1).

Загалом досить низькі показники рентабельності були зафіксовані для норми внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ за різних норм висіву. Це залежало від збільшення витрат на мінеральне живлення, внаслідок чого зросла собівартість 1 ц продукції. Так, мінімальна рентабельність для сорту Біла принцеса становила

60 % та була зафіксована за норми внесення мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ і норми висіву 2,5 млн шт. схожих насінин на 1 га.

Також відповідно до розрахунків максимальний показник рентабельності був установлений для варіанта без внесення мінеральних добрив за норми висіву 1,5 млн шт. схожих насінин на 1 га – 155 %.

Таблиця 5.1

**Економічна ефективність вирощування гірчиці білої сорту Біла принцеса залежно від норм висіву та мінерального живлення
(середнє за 2016–2018 рр.)**

Норми добрив	Норми висіву	Економічні показники			
		урожайність, т/га	убівартість грн/т	урибуток, грн/га	рента- бельність, %
Контроль	1,0	1,63	5 476,8	13 078	146
	1,5	1,74	5 284,8	14 294	155
	2,0	1,54	5 891,3	11 717	129
	2,5	1,49	6 135,2	10 974	120
$N_{30}P_{30}K_{30}$	1,0	2,00	6 135,5	14 729	120
	1,5	2,06	6 056,8	15 333	123
	2,0	1,96	6 366,6	13 981	112
	2,5	1,91	6 569,4	13 237	105
$N_{60}P_{60}K_{60}$	1,0	2,29	6 775,6	15 399	99
	1,5	2,32	6 760,7	15 635	100
	2,0	2,25	6 988,4	14 651	93
	2,5	2,19	7 205,6	13 785	87
$N_{90}P_{90}K_{90}$	1,0	2,40	7 723,2	13 864	75
	1,5	2,45	7 644,6	14 346	77
	2,0	2,30	8 116,8	12 381	66
	2,5	2,21	8 456,0	11 147	60

Отже, одержані результати свідчать не лише про рентабельність вирощування гірчиці білої сорту Біла принцеса, а й про прибутковість. Так, показник прибутку з одиниці площі коливалися в межах 11 147–15 635 грн/га. Оскільки прибуток – це основний мотив роботи підприємства, то значення його рівня є важливим показником економічної ефективності. Тож максимальне значення прибутку (15 635 грн/га) отримав варіант за норми внесення мінерального живлення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та норми висіву 1,5 млн шт. схожих насінин на 1 га.

Показники економічної ефективності вирощування гірчиці білої сорту Запоріжанка залежно від мінерального живлення та норми висіву відображені в табл. 5.2.

Мінімальні значення рентабельності були зафіксовані для мінерального живлення $N_{90}P_{90}K_{90}$ та всіх варіантів норми висіву насіння і становили 12–29 %. Максимальні значення рентабельності було виявлено за відсутності мінерального живлення та за норм висіву 1,0–2,5 млн шт. насінин, вони коливались в межах 70–104 %.

Таблиця 5.2

**Економічна ефективність вирощування гірчиці білої сорту Запоріжанка
залежно від норм висіву та мінерального живлення
(середнє за 2016–2018 рр.)**

Норми добрив	Норми висіву	Економічні показники			
		урожайність, т/га	собівартість грн/т	прибуток, грн/га	рента- бельність, %
Контроль	1,0	1,14	7 295,1	7 074	85
	1,5	1,31	6 610,4	9 025	104
	2,0	1,26	6 923,4	8 286	95
	2,5	1,09	7 929,3	6 072	70
$N_{30}P_{30}K_{30}$	1,0	1,46	7 943,7	8 112	70
	1,5	1,66	7 215,9	10 432	87
	2,0	1,69	7 184,6	10 673	88
	2,5	1,38	8 613,7	6 743	57
$N_{60}P_{60}K_{60}$	1,0	1,55	9 415,3	6 331	43
	1,5	1,69	8 816,3	7 915	53
	2,0	1,76	8 586,9	8 647	57
	2,5	1,47	10 124,4	4 962	33
$N_{90}P_{90}K_{90}$	1,0	1,56	11 210,7	3 571	20
	1,5	1,67	10 633,0	4 788	27
	2,0	1,72	10 433,5	5 274	29
	2,5	1,48	12 012,0	2 202	12

Варто відмітити, що маса прибутку мала досить широкий діапазон і становила 2 202–10 673 грн/га. Найвищий показник прибутку (10 673 грн/га) було зафіксовано для сорту Запоріжанка за внесення мінерального живлення $N_{30}P_{30}K_{30}$ та норми висіву 2,0 млн шт. схожих насінин на 1 га. Це дозволяє

рекомендувати для сорту Запоріжанка використання саме таких норм висіву та мінерального живлення.

Залежно від норм висіву насіння та мінерального живлення основні показники економічної ефективності при вирощуванні гірчиці білої сорту Еталон змінювались (табл. 5.3). Так, мінімальні рівні рентабельності 11–15 % були зафіксовані для цього сорту за мінерального живлення $N_{90}P_{90}K_{90}$ та за всіх варіантів норм висіву.

Таблиця 5.3

**Економічна ефективність вирощування гірчиці білої сорту Еталон
залежно від норм висіву та мінерального живлення (середнє за
2016–2018 рр.)**

Норми добрив	Норми висіву	Економічні показники			
		урожайність, т/га	собівартість грн/т	прибуток, грн/га	рента- бельність, %
Контроль	1,0	1,11	7 458,6	6 706	81
	1,5	1,27	6 779,3	8 535	99
	2,0	1,28	6 834,7	8 532	98
	2,5	1,04	8 250,5	5 459	64
$N_{30}P_{30}K_{30}$	1,0	1,36	8 436,2	6 887	60
	1,5	1,54	7 681,0	8 961	76
	2,0	1,61	7 479,7	9 693	80
	2,5	1,39	8 560,7	6 866	58
$N_{60}P_{60}K_{60}$	1,0	1,42	10 163,2	4 738	33
	1,5	1,52	9 662,9	5 832	40
	2,0	1,60	9 321,0	6 686	45
	2,5	1,47	10 124,4	4 962	33
$N_{90}P_{90}K_{90}$	1,0	1,42	12 193,1	1 856	11
	1,5	1,50	11 696,8	2 705	15
	2,0	1,51	11 711,2	2 701	15
	2,5	1,46	12 159,5	1 957	11

Максимальна рентабельність для сорту Еталон варіювала в межах 64–99 % та була визначена у варіанті без мінерального живлення за норм висіву 1,0–2,5 млн шт. схожих насінин на 1 га.

На основі проведених обрахунків для вирощування гірчиці білої сорту Еталон встановлено, що максимальний прибуток 9 693 грн/га та

рентабельність 80 % отримано за мінерального живлення $N_{30}P_{30}K_{30}$ та норми висіву 2,0 млн шт. схожих насінин на 1 га.

Оцінка економічної ефективності для сорту гірчиці білої Ослава наведена в табл. 5.4.

Таблиця 5.4

**Економічна ефективність вирощування гірчиці білої сорту Ослава
залежно від норм висіву та мінерального живлення
(середнє за 2016–2018 рр.)**

Норми добрив	Норми висіву	Економічні показники			
		урожайність, т/га	собівартість грн/т	прибуток, грн/га	рента- бельність, %
Контроль	1,0	1,52	5 783,0	11 730	133
	1,5	1,56	5 750,8	12 089	135
	2,0	1,43	6 248,6	10 370	116
	2,5	1,33	6 723,3	9 013	101
$N_{30}P_{30}K_{30}$	1,0	1,88	6 447,5	13 259	109
	1,5	1,91	6 434,6	13 495	110
	2,0	1,71	7 115,2	10 918	90
	2,5	1,66	7 371,0	10 174	83
$N_{60}P_{60}K_{60}$	1,0	2,08	7 333,8	12 826	84
	1,5	2,12	7 280,9	13 184	85
	2,0	2,05	7 548,5	12 200	79
	2,5	1,99	7 804,5	11 334	73
$N_{90}P_{90}K_{90}$	1,0	2,15	8 476,4	10 801	59
	1,5	2,18	8 437,1	11 037	60
	2,0	2,07	8 880,2	9 563	52
	2,5	1,97	9 334,3	8 206	45

Із розрахунків бачимо, що найменший рівень рентабельності було отримано відповідно до загальної тенденції за мінерального живлення $N_{90}P_{90}K_{90}$ та норми висіву 1,0–2,5 млн шт. насінин, він становив 45–60 %.

Найвищі рівні рентабельності (101–135 %) для сорту Ослава були досягнуті за відсутності мінерального живлення та за всіх норм висіву. Як і для попередніх сортів гірчиці білої, це зумовлено відсутністю витрат, пов'язаних із мінеральним живленням, що спричиняє зниження собівартості 1 ц продукції.

З таблиці 5.4 бачимо, що найвищу масу прибутку, яка становила 13 495 грн/га, було отримано за мінерального живлення $N_{30}P_{30}K_{30}$ та норми висіву 1,5 млн шт. схожих насінин на 1 га. Внесення добрив на цьому варіанті спричинило збільшення витрат і, як наслідок, знизило рентабельність.

Загалом можна стверджувати, що максимальний рівень рентабельності (146–155 %) було отримано у гірчиці білої сорту Біла принцеса за норми висіву насіння 1,0–1,5 млн шт. схожого насіння на 1 га та за відсутності додаткового мінерального живлення. У середньому ж серед досліджуваних сортів гірчиці білої максимальні рівні рентабельності забезпечили норма висіву 1,5 млн шт схожого насіння на 1 га та відсутність мінерального живлення. Оскільки внесення добрив спричинило зменшення рівнів рентабельності та збільшення прибутків, слід зазначити, що найбільші прибутки (9 693–13 495 грн/га) отримали при вирощуванні гірчиці білої сортів Еталон, Запоріжанка та Ослава за мінерального живлення $N_{30}P_{30}K_{30}$ та норми висіву 2,0 млн шт. насінин на 1 га та 1,5 млн шт. насінин для сорту Ослава. Максимальний рівень прибутку був досягнутий при вирощуванні гірчиці білої сорту Біла принцеса за мінерального живлення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та норми висіву 1,5 млн шт. насінин на гектар, він становив 15 635 грн/га.

5.2. Енергетична ефективність вирощування гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінерального живлення

Проаналізувавши технологію вирощування сільськогосподарських культур з енергетичної точки зору, можна зробити висновки про ефективність використання основних засобів виробництва, енергетичних, трудових та інших ресурсів. Як наслідок, це є дієвим фактором пришвидшення науково-технічного прогресу в галузі сільськогосподарського виробництва. Основним завданням є розкриття складників та структури

енергетичних витрат при вдосконалених елементах технології вирощування гірчиці білої і оцінка ефективності використання ресурсних можливостей.

Основою енергетичного аналізу вирощування сільськогосподарських культур є показник енергетичної ефективності (K_{ce}), який розраховується як відношення маси енергії, що знаходиться у вирощеній продукції, до енергії, яка була витрачена на її одержання [8].

Детальніше проаналізувати вплив мінерального живлення та норми висіву дозволить схематичне зображення енергетичної ефективності для кожного сорту гірчиці білої окремо.

Оцінку енергетичної ефективності за основним показником (K_{ce}) для сорту Біла принцеса наведено на рис. 5.1.

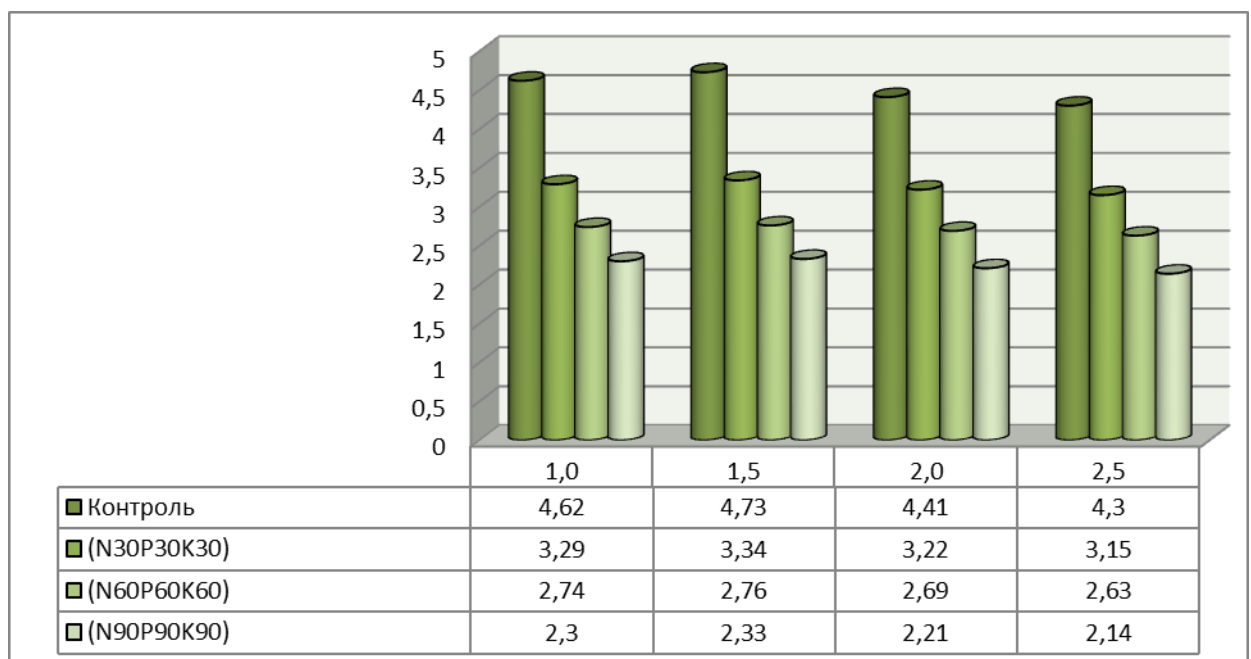


Рис. 5.1. Енергетична оцінка ефективності вирощування гірчиці білої сорту Біла принцеса залежно від норми висіву та мінерального живлення (середнє за 2016–2018 рр.)

Для сорту Біла принцеса найбільші енергетичні витрати в межах 16 977–17 307 мДж отримали за мінерального живлення $N_{90}P_{90}K_{90}$ та норми висіву 1,0–2,5 млн шт. схожих насінин на 1 га, але водночас на поданих

варіантах зафіксовані максимальні виходи енергії з врожаєм – 36 355–40 303 мДж та мінімальні значення $K_{ce}=2,14-2,33$.

Найвищі рівні енергетичної ефективності були досягнуті за відсутності мінерального живлення залежно від норми висіву. Так, для норми висіву 1,0 млн шт. схожих насінин на 1 га K_{ce} дорівнював 4,62, а для 1,5 млн шт. схожих насінин на 1 га – 4,73, для 2,0 та 2,5 млн шт. схожих насінин на 1 га K_{ce} становив 4,41 та 4,30 відповідно. Передусім це зумовлено відсутністю внесення додаткового мінерального живлення. Як наслідок, загальні витрати були мінімальні, а затрати на 1 ц продукції коливалися в межах 348–383 мДж.

Вплив мінерального живлення та норм висіву на енерговитрати при вирощуванні гірчиці білої сорту Запоріжанка показано на рис. 5.2.

Максимальних енергетичних витрат (15 672–16 054 мДж) зазнали за мінерального живлення $N_{90}P_{90}K_{90}$ та різних норм висіву насіння. А вихід енергії з урожаєм на цих варіантах становив 24 346–28 294 мДж, а K_{ce} – 1,55–1,76.

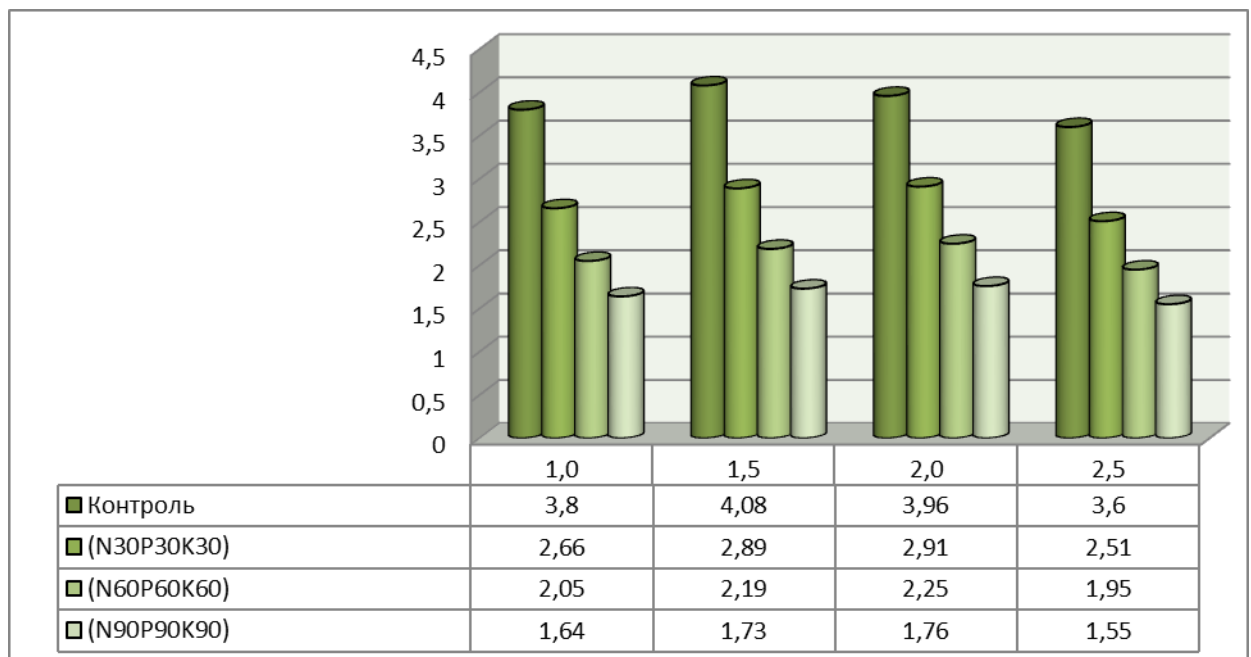


Рис. 5.2. Енергетична оцінка ефективності вирощування гірчиці білої сорту Запоріжанка залежно від норми висіву та мінерального живлення (середнє за 2016–2018 рр.)

Коефіцієнти енергетичної ефективності були найвищими за відсутності внесення мінеральних добрив залежно від норми висіву схожого насіння на одиницю площі: 1,0 млн шт. схожих насінин на 1 га ($K_{ce} = 3,80$); 1,5 млн шт. схожих насінин на 1 га ($K_{ce} = 4,08$); 2,0 млн шт. схожих насінин на 1 га ($K_{ce} = 3,96$), 2,5 млн шт. схожих насінин на 1 га ($K_{ce} = 3,60$).

Енергетичну оцінку ефективності вирощування гірчиці білої сорту Еталон залежно від досліджуваних факторів подано на рис. 5.3.

Подібно до вищенаведених сортів Біла принцеса та Запоріжанка у сорту Еталон максимум енергозатрат зафіксовано у варіанті за мінерального живлення $N_{90}P_{90}K_{90}$ та норми висіву 1,0–2,5 млн шт. схожих насінин на 1 га. Вони становили 15 422–15 680 мДж, що закономірно спричинило зменшення коефіцієнта енергетичної ефективності, він дорівнював 1,51–1,58.

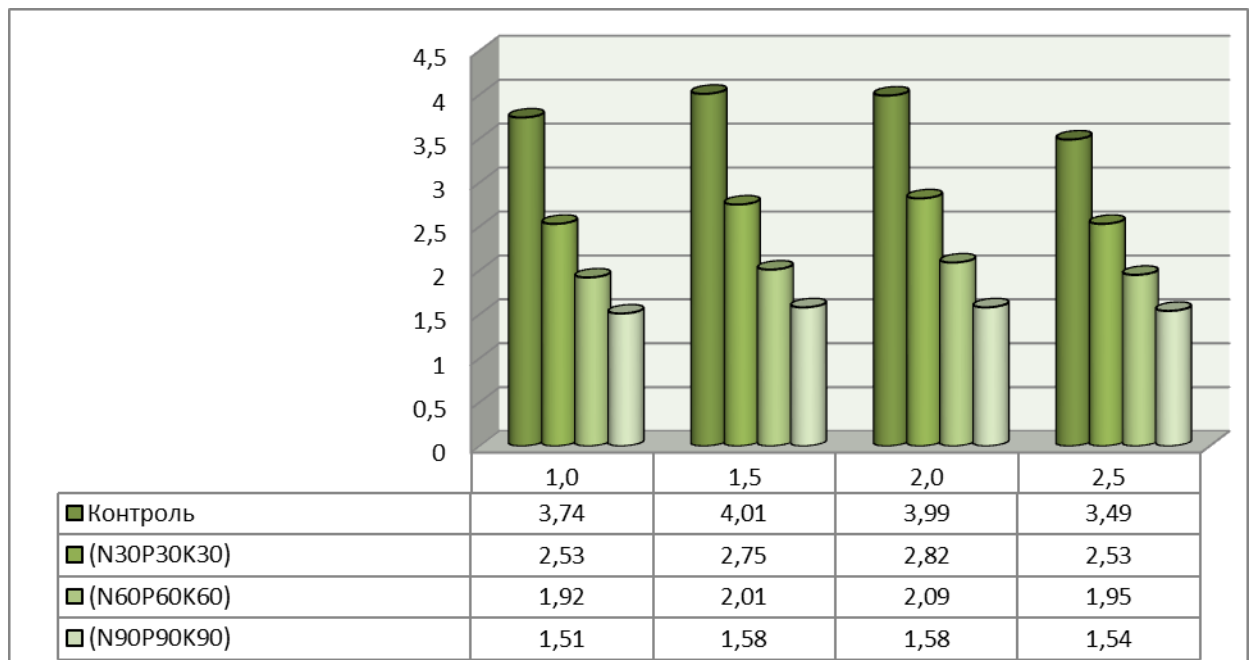


Рис. 5.3. Енергетична оцінка ефективності вирощування гірчиці білої сорту Еталон залежно від норми висіву та мінерального живлення (середнє за 2016–2018 рр.)

Максимальні значення коефіцієнтів енергетичної ефективності були визначені за внесення мінерального живлення ($N_{90}P_{90}K_{90}$) і становили залежно від норми висіву насіння гірчиці білої сорту Еталон: 1,0 млн шт. схожих насінин

на 1 га – 3,74, 1,5 млн шт. схожих насінин на 1 га – 4,01, 2,0 млн шт. схожих насінин на 1 га – 3,99, 2,5 млн шт. схожих насінин на 1 га – 3,49.

Коефіцієнти енергетичної ефективності для сорту Ослава залежно від мінерального живлення та норми висіву насіння на одиницю площі показано на рис. 5.4.

Відповідно до розрахунків максимальні енерговитрати для гірчиці білої сорту Ослава становили 16 549–16 826 мДж та аналогічно, як і в попередніх трьох сортах, проявили себе за мінерального живлення $N_{90}P_{90}K_{90}$ та норм висіву 1,0–2,5 млн шт. схожого насіння на 1 га. Крім того, коефіцієнт економічної ефективності залежно від норми висіву насіння становив 1,96–2,13.

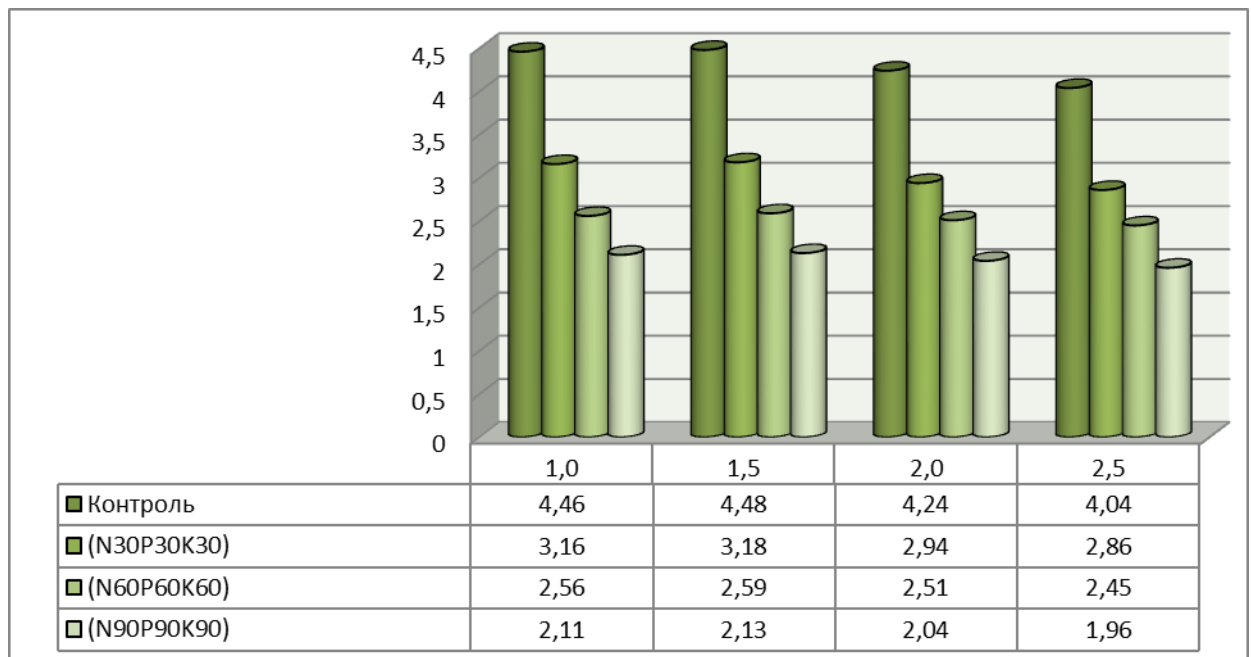


Рис. 5.4. Енергетична оцінка ефективності вирощування гірчиці білої сорту Ослава залежно від норми висіву та мінерального живлення (середнє за 2016–2018 рр.)

Максимально високі значення K_{ee} забезпечили такі фактори, як відсутність мінерального живлення та норми висіву 1,0–2,5 млн шт. схожого насіння на 1 га, що коливались в межах 4,04–4,48.

Загалом можна зробити такі висновки, що серед досліджуваних сортів гірчиці білої вищі показники енергетичної ефективності були отримані при

вирощуванні сорту Біла принцеса ($K_{ce}=4,73$) за норми висіву 1,5 млн шт. схожих насінин на 1 га та за відсутності додаткового мінерального живлення. Також виявлена тенденція, що максимальні значення коефіцієнта енергетичної ефективності абсолютно для всіх досліджуваних сортів забезпечували такі фактори, як відсутність мінерального живлення та норми висіву 1,0–1,5 млн шт. на одиницю площі. Насамперед це зумовлено відсутністю внесення додаткового мінерального живлення. Як наслідок, загальні витрати не перевищували 6 500 мДж абсолютно для всіх досліджуваних сортів гірчиці білої. Отже, при виході енергії з урожаєм, який перевищував 28 000 мДж, коефіцієнт енергетичної ефективності завжди знаходився на рівні 3,49–4,73, що свідчить про енергетичну ефективність.

Висновки до розділу 5

1. Максимальний рівень рентабельності (146–155 %) було отримано у гірчиці білої сорту Біла принцеса за норми висіву насіння 1,0–1,5 млн шт. схожого насіння на 1 га та за відсутності додаткового мінерального живлення. У середньому ж серед досліджуваних сортів гірчиці білої максимальні рівні рентабельності забезпечили норма висіву 1,5 млн шт схожого насіння на 1 га та відсутність мінерального живлення.

2. Найбільші прибутки (9 693–13 495 грн/га) отримали при вирощуванні гірчиці білої сортів Еталон, Запоріжанка та Ослава за мінерального живлення $N_{30}P_{30}K_{30}$ та норми висіву 2,0 млн шт. насінин на 1 га та 1,5 млн шт. насінин для сорту Ослава. Максимальний рівень прибутку був досягнутий при вирощуванні гірчиці білої сорту Біла принцеса за мінерального живлення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та норми висіву 1,5 млн шт. насінин на гектар, він становив 15 635 грн/га.

3. За розрахунками енергетичної ефективності серед досліджуваних сортів гірчиці білої вищі показники були отримані при вирощуванні сорту

Біла принцеса ($K_{ce}=4,73$) за норми висіву 1,5 млн шт. схожих насінин на 1 га та за відсутності додаткового мінерального живлення.

Список використаних джерел до розділу 5

1. Мацибора В. І. Економіка сільського господарства : підручник. К. : Вища шк., 1994. 415 с.
2. Яценко О. І. Романюк О. І. Економічні та соціальні аспекти оцінки ефективності. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2008. Вип. 18.6. С. 237–238.
3. Акіліна О. В., Пасічник О. В. Економічне обґрунтування господарських рішень : навч. пос. К. : Центр навчальної літератури, 2005. 144 с.
4. Андрійчук В. Г. Капіталізація сільського господарства: стан та економічне регулювання розвитку : монографія. Ніжин : Аспект-Поліграф, 2007. 216 с.
5. Мазоренко Д. І., Мазнева Г. Є. Ефективність технологій вирощування ярих зернових культур при різному ресурсному. Харків : ХНТУСГ. 2007. 134 с.
6. Мазоренко Д. І., Мазнева Г. Є. Ефективність технологій вирощування соняшнику при різному ресурсному забезпеченні. Харків : ХНТУСГ. 2007. 64 с.
7. Економіка сільського господарства : навч. пос. / В. К. Збарський, В. І. Мацибора та ін., за ред. В. К. Збарського і В. І. Мацибори. К. : ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2013. 316.
8. Маслак О., Радченко М. Соняшник : технологія та економіка господарювання. *Agroexpert : практичний посібник аграрія*. 2010. № 3. С. 21–23.
9. Медведовский О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К. : Урожай, 1988. 208 с.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне обґрунтування і вирішення питань підвищення продуктивності сортів гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України на основі встановлення особливостей росту, розвитку рослин, проходження продукційного процесу, визначення економічної та енергетичної ефективності виробництва залежно від норм висіву насіння та мінеральних добрив.

Одержані результати дозволяють сформулювати такі висновки:

1. За рівнем зволоження умови періоду вегетації 2016 року були надмірними за кількістю опадів ($K_c=1,1$), зокрема найбільша кількість опадів випала в травні ($K_c=1,6$) та у серпні ($K_c=1,2$). За кількістю опадів 2017 рік був посушливим, але з умовами, близькими до звичайних ($K_c=-0,8$), найбільшу нестачу опадів спостерігали у квітні ($K_c=-1,3$) та червні ($K_c=-1,3$). Умови періоду вегетації 2018 року були посушливі і відрізнялися від середніх багаторічних ($K_c=-1,0$). Найбільшим дефіцитом вологи характеризувалися липень ($K_c=-1,3$) та серпень ($K_c=-1,0$).

2. У середньому період вегетації у сорту Біла принцеса становив 92 доби, у Ослави та Запоріжанки – 87 діб, Еталону – 84 доби. Застосування добрив сприяло збільшенню періоду вегетації у сортів у середньому на 4 доби, тоді як за збільшення норми висіву період вегетації скорочувався в середньому на 1–2 доби на контрольному варіанті. Найвищого значення висота рослин набувала у фазу дозрівання на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та з нормою висіву насіння 2,5 млн шт./га і становила у сорту Біла принцеса – 101,4; Ослава – 100,2; Запоріжанка – 98,7; Еталон – 95,1 см.

3. Підвищення рівня мінерального живлення та норм висіву насіння обумовлювало збільшення показників площі листкової поверхні, зеленої та сухої маси рослин з одиниці площі. Максимальні показники фіксували за норми добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та висіву насіння 2,5 млн шт./га. У середньому за сортами у фазу цвітіння площа листкової поверхні становила: у сорту Біла

принцеса – 43,5; Ослава – 42,5; Запоріжанка – 40,5 тис.м²/га; зелена маса рослин: у сорту Біла принцеса – 36,40; Ослава – 33,12; Запоріжанка – 30,92; Еталон – 27,29 т/га.

4. Найбільшу індивідуальну продуктивність формував сорт Біла принцеса – 1,43 г/рослину. Дещо менший показник у сорту Ослава – 1,29, у сорту Запоріжанка – 1,02, у сорту Еталон – 0,96 г/рослину. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало індивідуальну продуктивність у середньому за сортами на 25 %, у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ на 36 %, а у нормі N₉₀P₉₀K₉₀ на 38 %. Покрокове збільшення норми висіву на 0,5 млн шт./га (із початкових 1,0 млн шт./га) супроводжується зниженням індивідуальної продуктивності рослин у середньому за сортами на 9,5; 48,3; 65,0 % відповідно.

5. У середньому за роки досліджень найбільшу врожайність формували сорти Біла принцеса – 2,0 т/га та Ослава – 1,85 т/га. Суттєво меншу врожайність було отримано у Запоріжанки – 1,49 т/га та Еталону – 1,41 т/га. Максимальні показники урожайності формувалися на варіантах із нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀ та з нормою висіву насіння 1,5 млн шт./га у сортів Біла принцеса і Ослава – 2,45 і 2,18 т/га відповідно. У сорту Запоріжанка 1,76 т/га на варіанті з нормою висіву насіння 2,0 млн шт./га та за внесення добрив N₆₀P₆₀K₆₀. У сорту Еталон 1,61 т/га із нормою висіву насіння 2,0 млн шт./га та за внесення добрив N₃₀P₃₀K₃₀.

6. Сприятливі умови 2016 року обумовили максимальну врожайність у середньому за варіантами досліджень – 2,01 т/га. Меншу врожайність було отримано в 2017 році – 1,7 т/га. Несприятливі умови 2018 року обумовили суттєвий недобір урожаю (0,66 т/га).

7. Розраховано вплив на формування врожайності гірчиці білої у середньому за 2016–2018 рр.: фактор А «сорт» – 30,87 %, фактор В «норми мінеральних добрив» – 24,51 %, фактор С «норми висіву» – 2,19 %, а фактор «погодні умови» – 37,23 %.

8. Установлено, що найбільшу масу 1000. насінин формував сорт Біла принцеса – 5,19 г. Дещо менші показники були у сортів Ослава і Запоріжанка 5,12 та 4,67 г відповідно. Найменша маса 1000 насінин була у сорту Еталон – 4,38 г. Внесення добрив у середньому збільшувало показник на 0,17 г, тоді як збільшення норм висіву зменшувало масу 1000 насінин у середньому на 0,23 г.

9. Найвищий вміст жиру було зафіксовано на контрольному варіанті у сорту Біла принцеса – 31,6; Ослава – 29,9; Запоріжанка – 28,8; Еталон – 27,7 %. Внесення добрив та збільшення норм висіву зумовило зменшення олійності насіння. Максимальний збір олії було відмічено у сорту Біла принцеса – 0,63 т/га. У середньому за варіантами досліджень максимальний збір олії забезпечило внесення добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 0,54 т/га, подальше підвищення рівня мінерального живлення не сприяло збільшенню збору олії. Найбільший збір олії відмічали за норми висіву насіння 1,5 млн шт./га – 0,52 т/га.

10. Аналіз показників економічної та енергетичної ефективності виявив, що найвищі показники рівнів рентабельності – 99–155 %, коефіцієнтів енергетичної ефективності виробництва – 4,08–4,73 % зафіксовано на неудобреному варіанті з нормою висіву насіння 1,5 млн шт./га. Слід зазначити, що найбільші прибутки було отримано: у сорту Біла принцеса – 15 635 грн/га за норми висіву 1,5 млн шт./га та внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$; Ослава – 13 495 грн/га за норми висіву 1,5 млн шт./га та внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$; а у сортів Запоріжанка та Еталон за норми висіву 2,0 млн шт./га та внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 10 673 та 9 693 грн/га відповідно.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою формування високопродуктивних посівів гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України на чорноземі типовому глибокому середньосуглинковому технологія вирощування повинна передбачати:

- використання посівного матеріалу сортів Біла принцеса та Ослава;
- для отримання максимального врожаю та прибутку застосовувати норму висіву насіння 1,5 млн шт./га та внесення мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ для сорту Біла принцеса та $N_{30}P_{30}K_{30}$ для сорту Ослава.

ДОДАТКИ

Додаток А

Середньомісячні температури та кількість опадів за роки проведення досліджень (2016–2018 рр.)

Рік Місяць	2016		2017		2018		Середнє багаторічне	
	Темпе- ратура	Опади	Темпе- ратура	Опади	Темпе- ратура	Опади	Темпе- ратура	Опади
Квітень	11,7	58,0	9,0	13,4	11,5	22,8	8,7	40,0
Травень	16,3	153,1	15,0	31,4	19,8	18,6	15,6	54,0
Червень	20,8	63,6	19,6	33,2	21,5	37,5	18,8	67,0
Липень	23,2	62,2	21,0	77,7	22,6	122,9	20,2	76,0
Серпень	21,5	124,8	23,1	15,1	23,0	3,6	19,2	57,0
Вересень	13,8	2,7	15,9	15,0	16,8	24,3	13,4	50,0

Коефіцієнти суттєвості відхилень кількості опадів від середніх багаторічних в умовах навчально-наукового комплексу Сумського НАУ

Опади	Середнє багаторічне, мм	S	Середнє за місяцями, мм	Рік		
				2016	2017	2018
Квітень	40	21,0	30,9	0,9	-1,3	-0,8
Травень	54	62,1	66,9	1,6	-0,4	-0,6
Червень	67	26,0	44,3	-0,1	-1,3	-1,1
Липень	76	12,7	65,9	-1,1	0,1	-1,3
Серпень	57	55,4	47,2	1,2	-0,8	-1,0
Сума за вегетацію	294	177,2	255,2	1,1	-0,8	-1,0

Додаток Б.1



Рис. Б.1.1. Загальний вигляд дослідної ділянки (2016 р.)



Рис. Б.1.2. Приймання дослідів комісією (2016 р.)

Додаток Б.2



Рис. Б.2.1. Загальний вигляд дослідної ділянки (2017 р.)



Рис. Б.2.2. Приймання дослідів комісією (2017 р.)

Додаток Б.3



Рис. Б.3.1. Загальний вигляд дослідної ділянки (2018 р.)



Рис. Б.3.2. Приймання дослідів комісією (2018 р.)

Додаток В



Рис. В.1. Сорту гірчиці білої Біла принцеса



Рис. В.2. Сорту гірчиці білої Запоріжанка



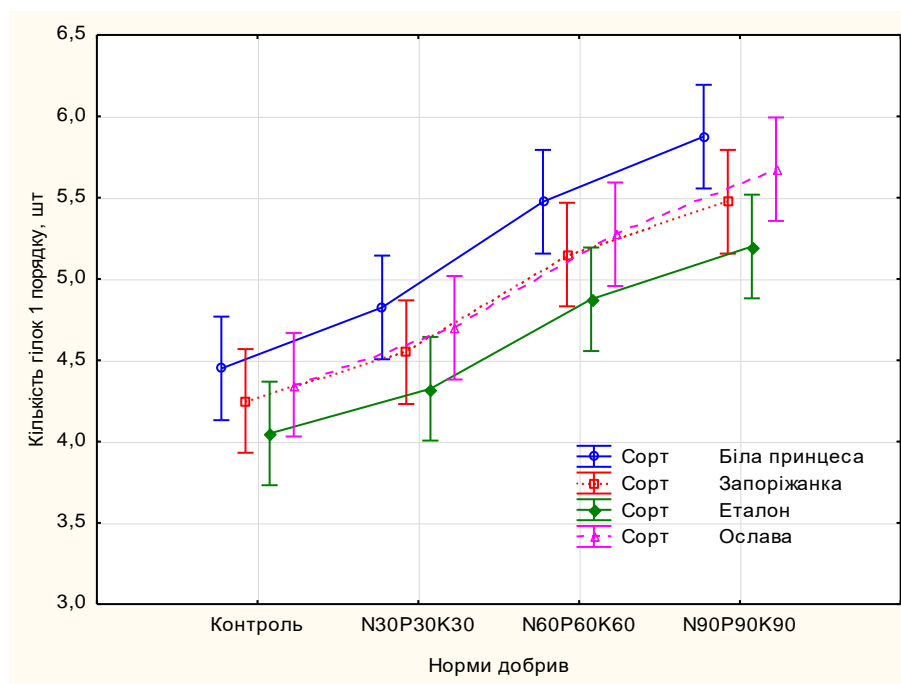
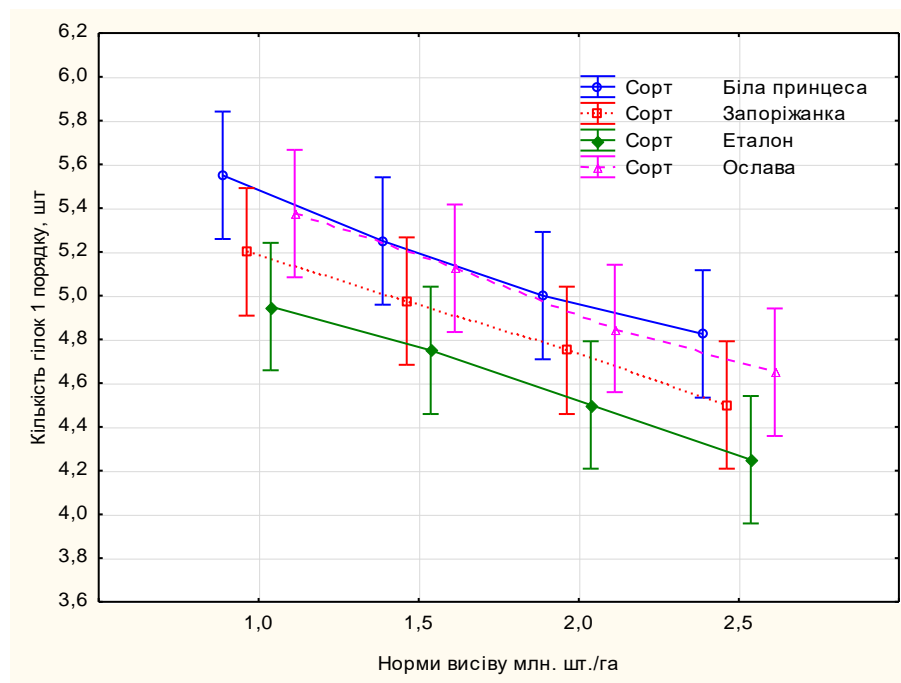
Рис. В.3. Сорту гірчиці білої Еталон



Рис. В.4. Сорту гірчиці білої Ослава

Додаток Г.1

Дисперсійний аналіз кількості гілок (шт.) у рослин гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінеральних добрив, (середнє за 2016–2018 рр.)

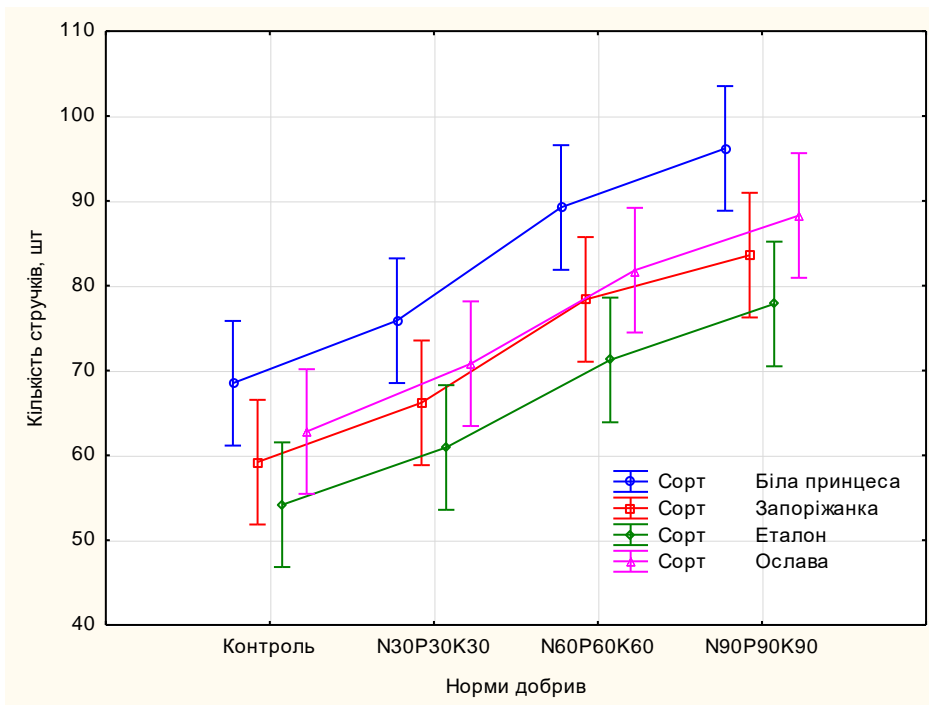
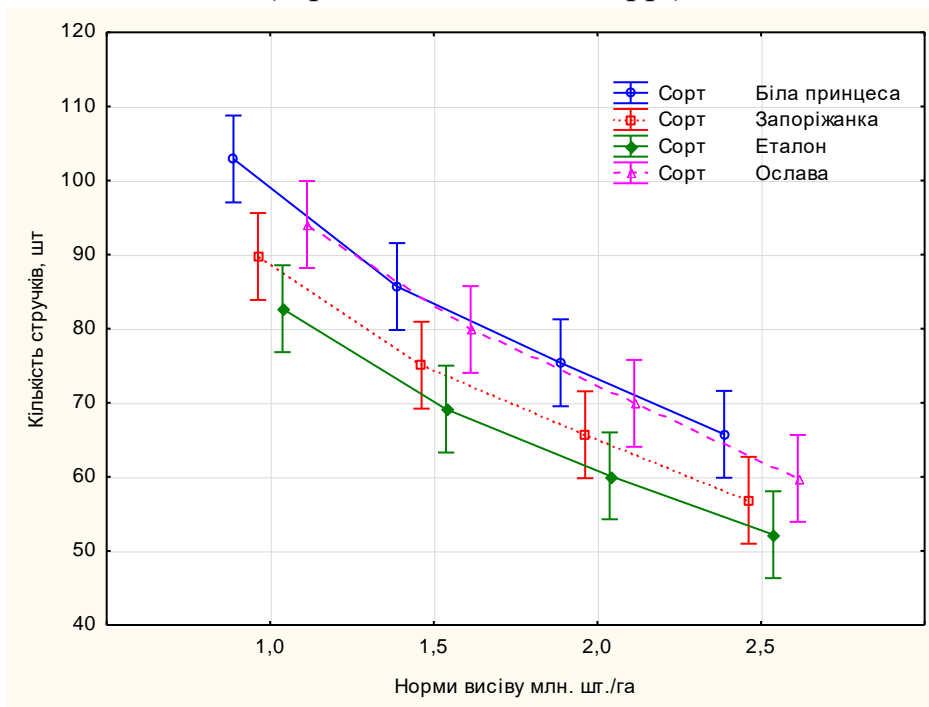


Крит. Дункана; перем. Кількість гілок 1 порядку, шт (Таблиця_21.sta) Критич. размахи; $p = ,05000$ Ошибка: Межгр. MS = ,33937, сс = 48,000 Розмахи фактор ABC

Розмахи фактор ABC	1 Шаг	2 Шаги	3 Шаги
Критич. размах	0,827721	0,871260	0,899406

Додаток Г.2

Дисперсійний аналіз кількості стручків (шт.) у рослин гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінеральних добрив, (середнє за 2016–2018 рр.)



Крит. Дункана; перем. Кількість стручків, шт (Таблиця_21.sta) Критич. размахи; $p = ,05000$ Ошибка: Межгр. $MS = 137,47$, $сс = 48,000$ Розмахи фактор ABC

Розмахи фактор ABC	1 Шаг	2 Шаги	3 Шаги
Критич. размах	16,65882	17,53509	18,10155

Додаток Г.3

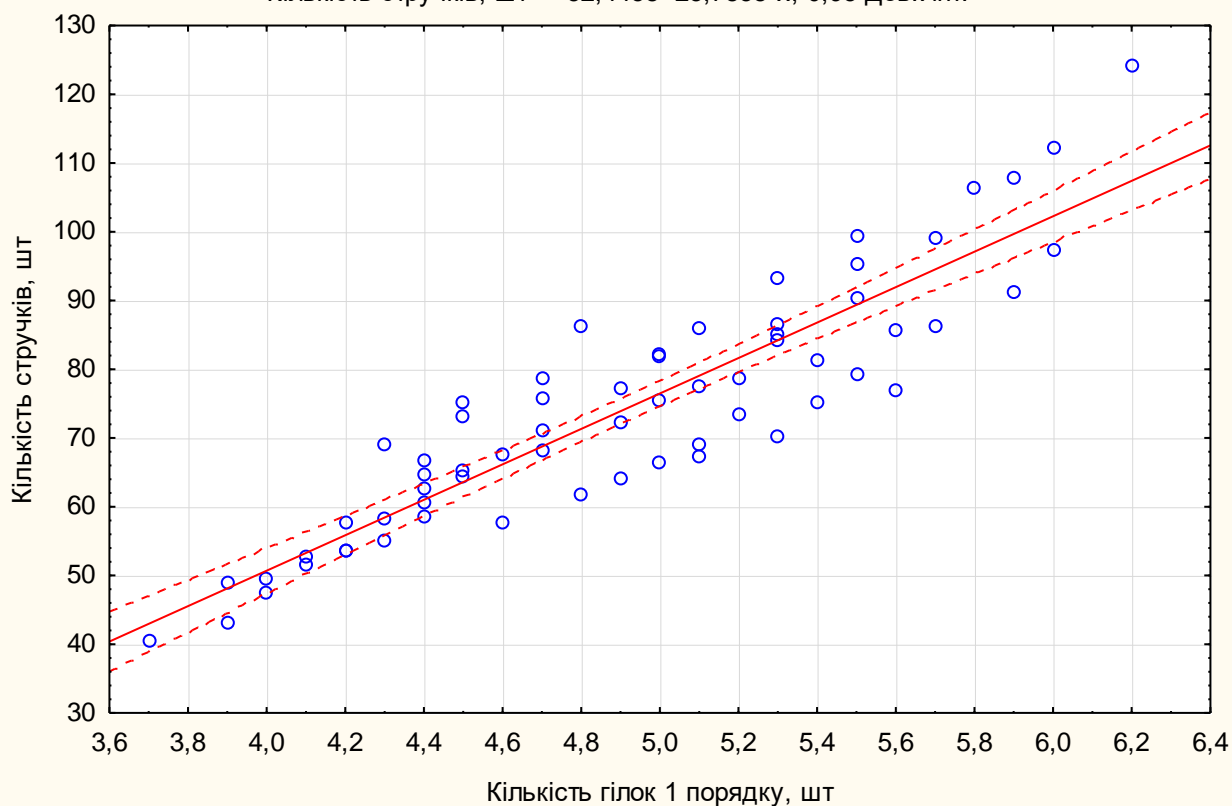
Регресійний аналіз кількості гілок та кількості плодів
гірчиці білої (середнє за 2016–2018 рр.)

Итоги регрессии для зависимой переменной: Кількість гілок 1 порядку, шт (Таблица_21.sta) R= ,90778233 R ² = ,82406876 Скоррект. R ² = ,82123116 F(1,62)=290,41 p						
	БЕТА	Ст.Ош. - БЕТА	В	Ст.Ош. - В	t(62)	p-знач.
Св.член			2,53923 9	0,142589	17,8080 9	0,00000 0
Кількість стручків, шт	0,90778 2	0,053269	0,03195 8	0,001875	17,0414 3	0,00000 0

Диаграмма рассеяния для Кількість стручків, шт и Кількість гілок 1 порядку, шт

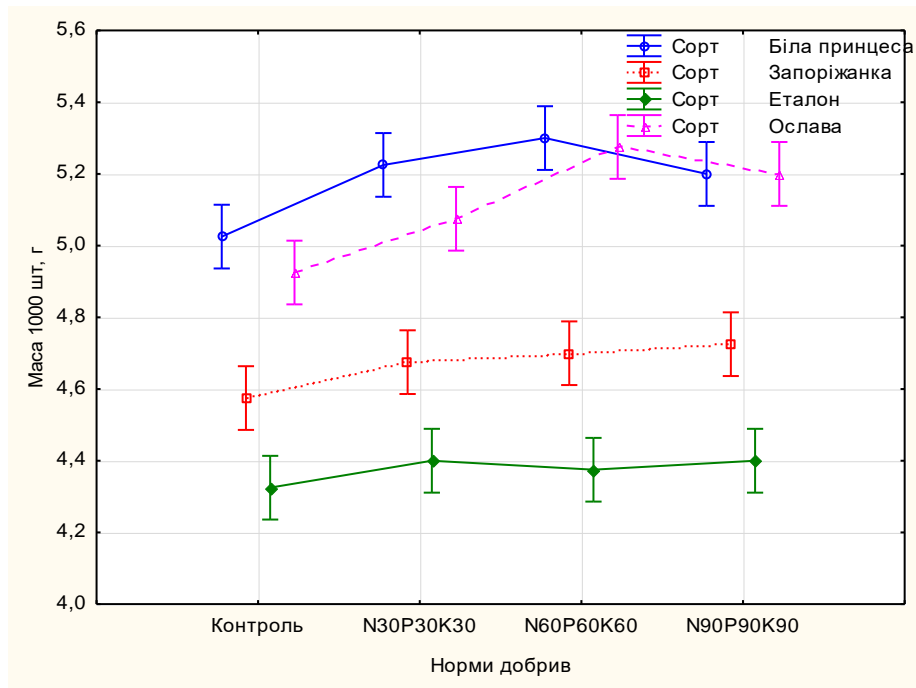
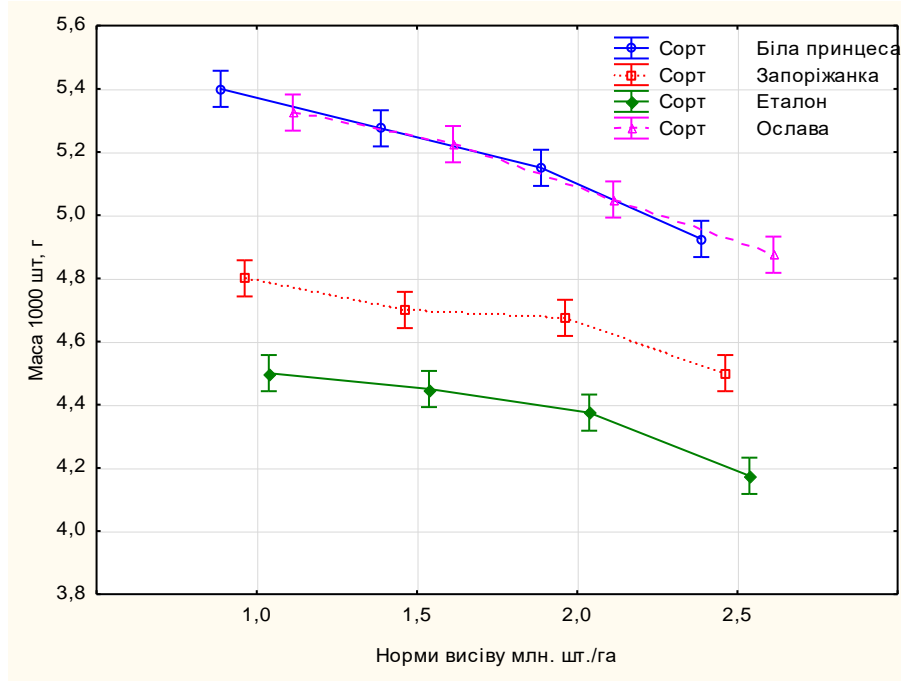
Таблица_21.sta 10v*100с

Кількість стручків, шт = -52,4458+25,7858*x; 0,95 Дов.Инт.



Додаток Г.4

Дисперсійний аналіз маси 1000 шт. (г.) насинин у рослин гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінеральних добрив, (середнє за 2016–2018 рр.)



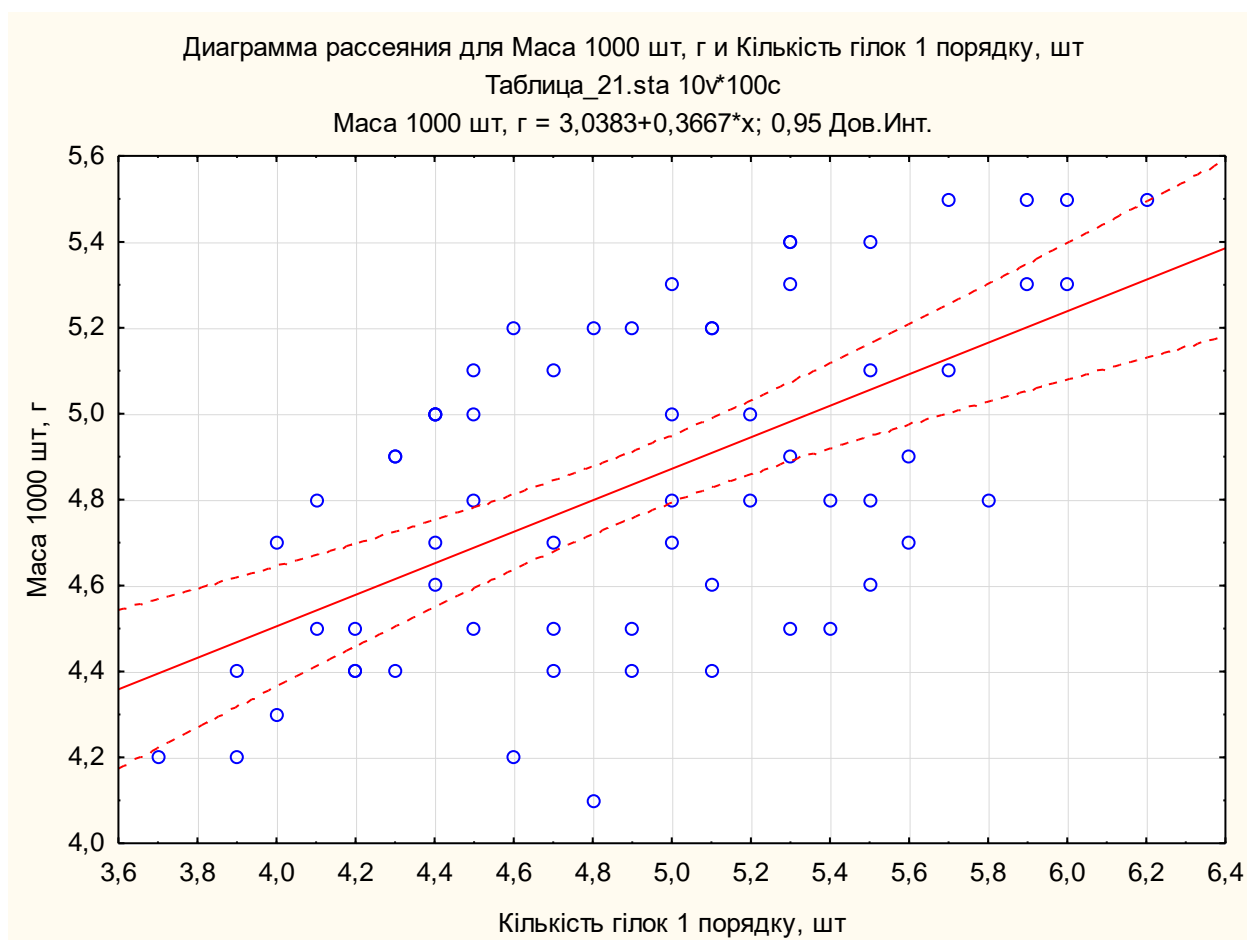
Крит. Дункана; перем. Маса 1000 шт, г (Таблица_21.sta) Критич. размахи; $p = ,05000$ Ошибка: Межгр. MS = ,01313, сс = 48,000 Розмахи фактор ABC

Розмахи фактор ABC	1 Шаг	2 Шаги	3 Шаги
Критич. размах	0,162777	0,171340	0,176875

Додаток Г.5

Регресійний аналіз маси 1000 шт. (г.) насінин та кількості гілок
гірчиці білої (середнє за 2016–2018 рр.)

Итоги регрессии для зависимой переменной: Кількість гілок 1 порядку, шт (Таблица_21.sta) R= ,58756355 R ² = ,34523093 Скоррект. R ² = ,33467014 F(1,62)=32,690 p						
	БЕТА	Ст.Ош. - БЕТА	В	Ст.Ош. - В	t(62)	p-знач.
Св.член			0,352218	0,798931	0,440862	0,660847
Маса 1000 шт, г	0,587564	0,102766	0,941402	0,164653	5,717506	0,000000



Додаток Г.6

Регресійний аналіз маси 1000 шт. (г.) насінин та кількості плодів
гірчиці білої (середнє за 2016–2018 рр.)

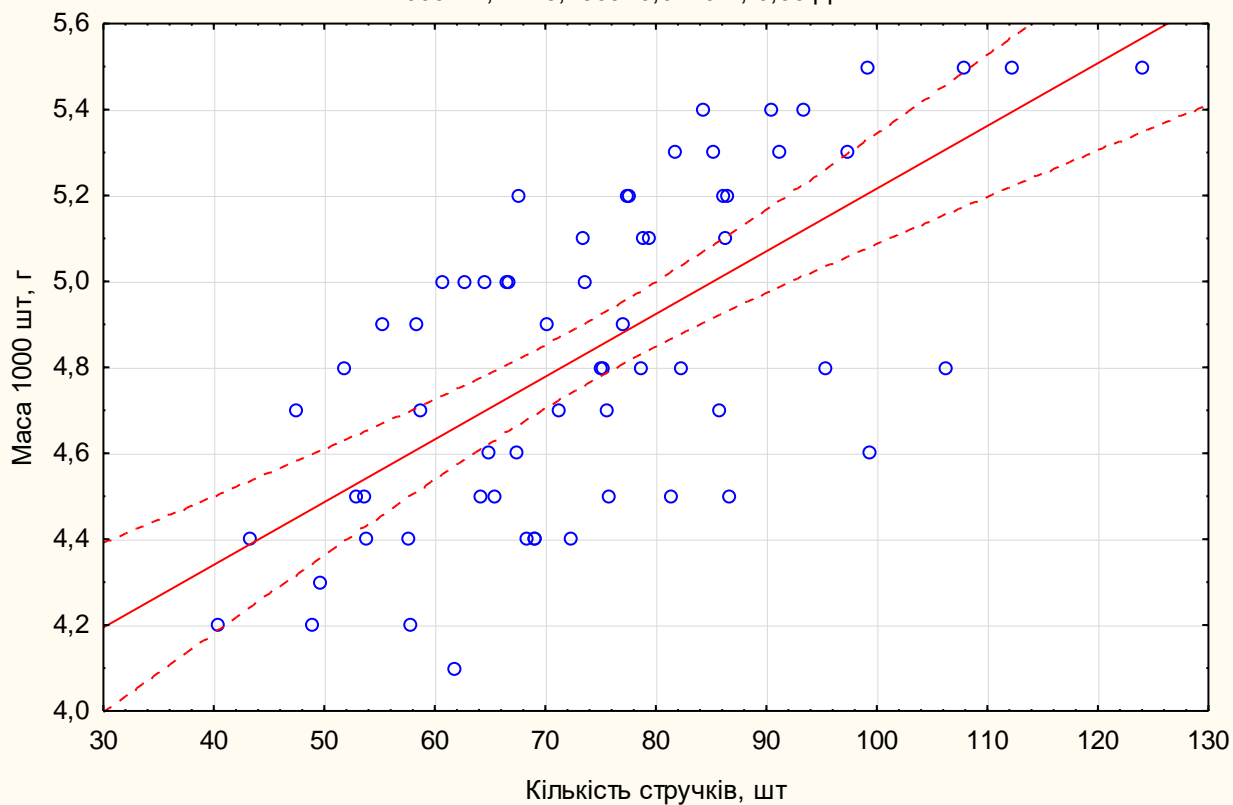
Итоги регрессии для зависимой переменной: Масса 1000 шт, г (Таблица_21.sta) $R = ,66402149$
 $R^2 = ,44092454$ Скоррект. $R^2 = ,43190719$ $F(1,62) = 48,897$ p

	БЕТА	Ст.Ош. - БЕТА	В	Ст.Ош. - В	t(62)	p-знач.
Св.член			3,756862	0,158646	23,68075	0,000000
Кількість стручків, шт	0,664021	0,094960	0,014590	0,002087	6,99267	0,000000

Диаграмма рассеяния для Масса 1000 шт, г и Кількість стручків, шт

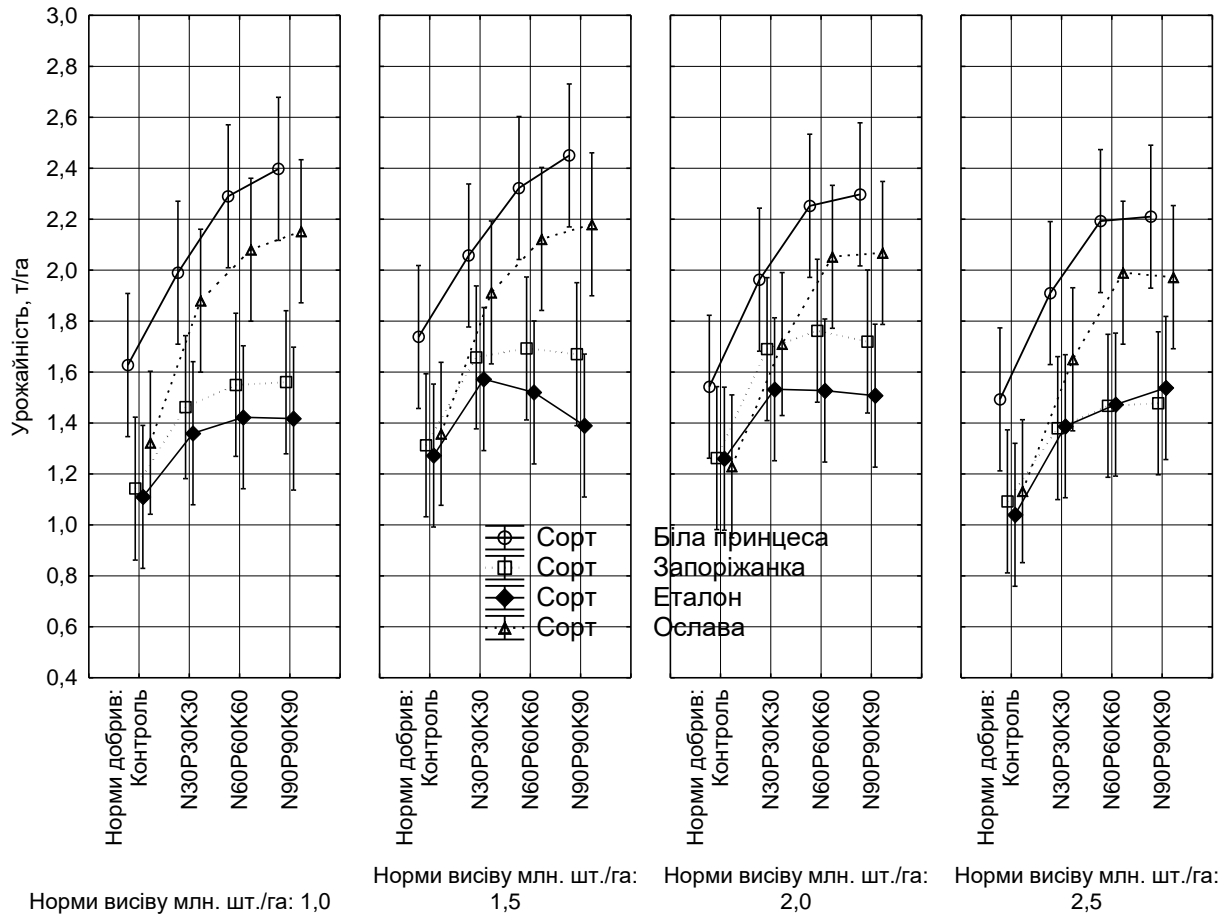
Таблица_21.sta 10v*100с

Масса 1000 шт, г = $3,7569 + 0,0146 * x$; 0,95 Дов.Инт.



Додаток Г.7

Дисперсійний аналіз урожайності насіння (т/га) гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінеральних добрив, (середнє за 2016–2018 рр.)



Крит. Дункана; перем. Урожайність, т/га (Таблиця_22_Yeild.sta) Критич. размахи; $p = ,05000$
 Ошибка: Межгр. MS = ,08097, сс = 192,00

A, B, C	1 Шаг	2 Шаги	3 Шаги
Критич. размах	0,098587	0,103803	0,107299

Крит. Дункана; перем. Урожайність, т/га (Таблиця_22_Yeild.sta) Критич. размахи; $p = ,05000$
 Ошибка: Межгр. MS = ,08097, сс = 192,00

Крит. Дункана; перем. Урожайність, т/га (Таблиця_22_Yeild.sta) Критич. размахи; $p = ,05000$
 Ошибка: Межгр. MS = ,08097, сс = 192,00

Взаємодія факторів ABC	1 Шаг	2 Шаги	3 Шаги
Критич. размах	0,394348	0,415213	0,429197

Додаток Г.8

Урожайність насіння гірчиці білої залежно від умов року,
сорту, норми мінеральних добрив та норми висіву.

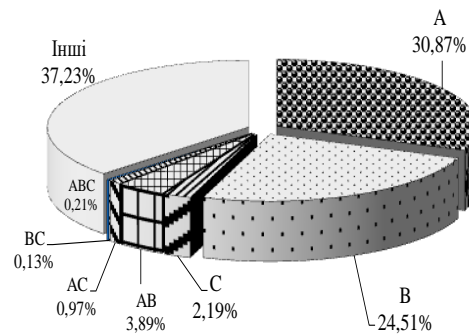
La	Lb	Lc	Рo	No	Kst		
4	4	4	3	192	545,0		
Варіанти			Повторення, РІК			Сума	Середнє
La	Lb	Lc	2016	2017	2018		
A1	b1	c1	1,85	1,68	1,35	4,9	1,63
		c2	1,94	1,76	1,51	5,2	1,74
		c3	1,73	1,54	1,36	4,6	1,54
		c4	1,71	1,49	1,28	4,5	1,49
	b2	c1	2,27	1,98	1,72	6,0	1,99
		c2	2,39	2,09	1,69	6,2	2,06
		c3	2,39	1,95	1,55	5,9	1,96
		c4	2,22	1,94	1,57	5,7	1,91
	b3	c1	2,68	2,28	1,91	6,9	2,29
		c2	2,68	2,37	1,92	7,0	2,32
		c3	2,65	2,3	1,81	6,8	2,25
		c4	2,55	2,23	1,8	6,6	2,19
	b4	c1	2,72	2,39	2,08	7,2	2,40
		c2	2,78	2,54	2,03	7,4	2,45
		c3	2,68	2,36	1,85	6,9	2,30
		c4	2,58	2,24	1,81	6,6	2,21
A2	b1	c1	1,31	1,12	1	3,4	1,14
		c2	1,52	1,23	1,19	3,9	1,31
		c3	1,52	1,17	1,1	3,8	1,26
		c4	1,24	1,04	1	3,3	1,09
	b2	c1	1,68	1,43	1,28	4,4	1,46
		c2	1,95	1,78	1,24	5,0	1,66
		c3	2,09	1,66	1,32	5,1	1,69
		c4	1,59	1,34	1,21	4,1	1,38
	b3	c1	1,78	1,56	1,31	4,7	1,55
		c2	2,14	1,68	1,26	5,1	1,69
		c3	2,15	1,89	1,25	5,3	1,76
		c4	1,78	1,41	1,21	4,4	1,47
	b4	c1	1,81	1,56	1,31	4,7	1,56
		c2	2,11	1,68	1,22	5,0	1,67
		c3	2,11	1,87	1,18	5,2	1,72
		c4	1,81	1,41	1,21	4,4	1,48
A3	b1	c1	1,26	1,14	0,93	3,3	1,11
		c2	1,49	1,23	1,1	3,8	1,27
		c3	1,61	1,21	0,96	3,8	1,26
		c4	1,23	1,07	0,82	3,1	1,04
	b2	c1	1,72	1,38	0,98	4,1	1,36
		c2	1,84	1,64	1,24	4,7	1,57
		c3	1,95	1,64	1,01	4,6	1,53
		c4	1,65	1,41	1,1	4,2	1,39
	b3	c1	1,71	1,51	1,05	4,3	1,42

Продовження Додатку Г.8

A4	b4	c2	1,81	1,45	1,3	4,6	1,52
		c3	1,84	1,53	1,21	4,6	1,53
		c4	1,8	1,48	1,14	4,4	1,47
		c1	1,81	1,42	1,02	4,3	1,42
	b4	c2	1,85	1,54	1,12	4,5	1,50
		c3	1,84	1,54	1,14	4,5	1,51
		c4	1,82	1,49	1,07	4,4	1,46
		c1	1,62	1,38	0,97	4,0	1,32
	b1	c2	1,6	1,36	1,11	4,1	1,36
		c3	1,52	1,25	0,92	3,7	1,23
		c4	1,36	1,14	0,9	3,4	1,13
		c1	2,37	1,89	1,38	5,6	1,88
	b2	c2	2,26	1,91	1,57	5,7	1,91
		c3	2,07	1,72	1,34	5,1	1,71
		c4	2,04	1,65	1,28	5,0	1,66
		c1	2,49	2,06	1,69	6,2	2,08
	b3	c2	2,51	2,12	1,74	6,4	2,12
		c3	2,52	2,07	1,57	6,2	2,05
		c4	2,4	1,99	1,58	6,0	1,99
		c1	2,61	2,21	1,64	6,5	2,15
	b4	c2	2,59	2,16	1,79	6,5	2,18
		c3	2,47	2,08	1,65	6,2	2,07
		c4	2,43	1,95	1,54	5,9	1,97
				128,5	108,6	86,4	323,48

Частка дії фактору:

A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Інші
30,9%	24,5%	2,2%	3,9%	1,0%	0,1%	0,2%	0,37



Додаток Д.1

Економічна ефективність вирощування гірчиці білої сорту Біла принцеса (середнє за 2016–2018 рр.)

Економічна ефективність вирощування гірчиці білої (фактор А)												
норми висіву (фактор С) млн. шт.насінин	урожайність, ц/га	оплата праці, грн	насіння	добрив	засобів захисту	пального	інші витрати	всього витрат	вартість валової продукції, грн	собівартість 1 ц, грн	прибуток, грн/га	рентабельність, %
контроль												
1	16,3	973,5	207		2120	3841	1785	8927	22005	547,68	13078	146
1,5	17,4	1002,5	312		2120	3922	1839	9196	23490	528,48	14294	155
2	15,4	949,7	413		2120	3775	1815	9073	20790	589,13	11717	129
2,5	14,9	936,5	518		2120	3739	1828	9141	20115	613,52	10974	120
N30P30K30												
1	20	1071,1	207	2306	2120	4113	2454	12271	27000	613,55	14729	120
1,5	20,6	1086,9	312	2306	2120	4157	2495	12477	27810	605,68	15333	123
2	19,6	1060,6	413	2306	2120	4083	2496	12479	26460	636,66	13981	112
2,5	19,1	1047,4	518	2306	2120	4047	2510	12548	25785	656,94	13237	105
N60P60K60												
1	22,9	1147,6	207	4613	2120	4325	3103	15516	30915	677,56	15399	99
1,5	23,2	1155,5	312	4613	2120	4347	3137	15685	31320	676,07	15635	100
2	22,5	1137,1	413	4613	2120	4296	3145	15724	30375	698,84	14651	93
2,5	21,9	1121,2	518	4613	2120	4252	3156	15780	29565	720,56	13785	87
N90P90K90												
1	24	1176,7	207	6919	2120	4406	3707	18536	32400	772,32	13864	75
1,5	24,5	1189,8	312	6919	2120	4443	3746	18729	33075	764,46	14346	77
2	23	1150,3	413	6919	2120	4333	3734	18669	31050	811,68	12381	66
2,5	22,1	1126,5	518	6919	2120	4267	3738	18688	29835	845,60	11147	60

Додаток Д.2

Економічна ефективність вирощування гірчиці білої сорту Запоріжанка (середнє за 2016–2018 рр.)

Економічна ефективність вирощування гірчиці білої (фактор А)												
норми висіву (фактор С) млн. шт.насінин	урожайність, ц/га	оплата праці, грн	насіння	добрив	засобів захисту	пального	інші витрати	всього витрат	вартість валової продукції, грн	собівартість 1 ц, грн	прибуток, грн/га	рентабельність, %
контроль												
1	11,4	844,2	207		2120	3482	1663	8316	15390	729,51	7074	85
1,5	13,1	889,0	312		2120	3607	1732	8660	17685	661,04	9025	104
2	12,6	875,9	413		2120	3570	1745	8724	17010	692,34	8286	95
2,5	10,9	831,0	518		2120	3445	1729	8643	14715	792,93	6072	70
N30P30K30												
1	14,6	928,6	207	2306	2120	3717	2320	11598	19710	794,37	8112	70
1,5	16,6	981,4	312	2306	2120	3863	2396	11978	22410	721,59	10432	87
2	16,9	989,3	413	2306	2120	3885	2428	12142	22815	718,46	10673	88
2,5	13,8	907,5	518	2306	2120	3658	2377	11887	18630	861,37	6743	57
N60P60K60												
1	15,5	952,4	207	4613	2120	3783	2919	14594	20925	941,53	6331	43
1,5	16,9	989,3	312	4613	2120	3885	2980	14900	22815	881,63	7915	53
2	17,6	1007,8	413	4613	2120	3937	3023	15113	23760	858,69	8647	57
2,5	14,7	931,3	518	4613	2120	3724	2977	14883	19845	1012,44	4962	33
N90P90K90												
1	15,6	955,0	207	6919	2120	3790	3498	17489	21060	1121,07	3571	20
1,5	16,7	984,0	312	6919	2120	3871	3551	17757	22545	1063,30	4788	27
2	17,2	997,2	413	6919	2120	3907	3589	17946	23220	1043,35	5274	29
2,5	14,8	933,9	518	6919	2120	3731	3556	17778	19980	1201,20	2202	12

Додаток Д.3

Економічна ефективність вирощування гірчиці білої сорту Еталон (середнє за 2016–2018 рр.)

Економічна ефективність вирощування гірчиці білої (фактор А)												
норми висіву (фактор С) млн. шт.насінин	урожайність, ц/га	оплата праці, грн	насіння	добрив	засобів захисту	пального	інші витрати	всього витрат	вартість валової продукції, грн	собівартість 1 ц, грн	прибуток, грн/га	рентабельність, %
	контроль											
1	11,1	836,3	207		2120	3460	1656	8279	14985	745,86	6706	81
1,5	12,7	878,5	312		2120	3577	1722	8610	17145	677,93	8535	99
2	12,8	881,1	413		2120	3585	1750	8748	17280	683,47	8532	98
2,5	10,4	817,8	518		2120	3409	1716	8581	14040	825,05	5459	64
	N30P30K30											
1	13,6	902,2	207	2306	2120	3643	2295	11473	18360	843,62	6887	60
1,5	15,4	949,7	312	2306	2120	3775	2366	11829	20790	768,10	8961	76
2	16,1	968,2	413	2306	2120	3827	2408	12042	21735	747,97	9693	80
2,5	13,9	910,2	518	2306	2120	3665	2380	11899	18765	856,07	6866	58
	N60P60K60											
1	14,2	918,1	207	4613	2120	3687	2886	14432	19170	1016,32	4738	33
1,5	15,2	944,5	312	4613	2120	3761	2938	14688	20520	966,29	5832	40
2	16	965,6	413	4613	2120	3819	2983	14914	21600	932,10	6686	45
2,5	14,7	931,3	518	4613	2120	3724	2977	14883	19845	1012,44	4962	33
	N90P90K90											
1	14,2	918,1	207	6919	2120	3687	3463	17314	19170	1219,31	1856	11
1,5	15	939,2	312	6919	2120	3746	3509	17545	20250	1169,68	2705	15
2	15,1	941,8	413	6919	2120	3753	3537	17684	20385	1171,12	2701	15
2,5	14,6	928,6	518	6919	2120	3717	3551	17753	19710	1215,95	1957	11

Додаток Д.4

Економічна ефективність вирощування гірчиці білої сорту Ослава (середнє за 2016–2018 рр.)

норми висіву (фактор С) млн. шт.насінин	Економічна ефективність вирощування гірчиці білої (фактор А)											
	урожайність, ц/га	оплата праці, грн	насіння	добрив	засобів захисту	пального	інші витрати	всього витрат	вартість валової продукції, грн	собівартість 1 ц, грн	прибуток, грн/га	рентабельність, %
	контроль											
1	15,2	944,5	207		2120	3761	1758	8790	20520	578,30	11730	133
1,5	15,6	955,0	312		2120	3790	1794	8971	21060	575,08	12089	135
2	14,3	920,7	413		2120	3695	1787	8935	19305	624,86	10370	116
2,5	13,3	894,3	518		2120	3621	1788	8942	17955	672,33	9013	101
	N30P30K30											
1	18,8	1039,4	207	2306	2120	4025	2424	12121	25380	644,75	13259	109
1,5	19,1	1047,4	312	2306	2120	4047	2458	12290	25785	643,46	13495	110
2	17,1	994,6	413	2306	2120	3900	2433	12167	23085	711,52	10918	90
2,5	16,6	981,4	518	2306	2120	3863	2447	12236	22410	737,10	10174	83
	N60P60K60											
1	20,8	1092,2	207	4613	2120	4171	3051	15254	28080	733,38	12826	84
1,5	21,2	1102,8	312	4613	2120	4201	3087	15436	28620	728,09	13184	85
2	20,5	1084,3	413	4613	2120	4149	3095	15475	27675	754,85	12200	79
2,5	19,9	1068,5	518	4613	2120	4105	3106	15531	26865	780,45	11334	73
	N90P90K90											
1	21,5	1110,7	207	6919	2120	4223	3645	18224	29025	847,64	10801	59
1,5	21,8	1118,6	312	6919	2120	4245	3679	18393	29430	843,71	11037	60
2	20,7	1089,6	413	6919	2120	4164	3676	18382	27945	888,02	9563	52
2,5	19,7	1063,2	518	6919	2120	4091	3678	18389	26595	933,43	8206	45

Додаток Д.5

**Структура витрат та енергетична ефективність вирощування гірчиці білої сорту Біла принцеса
(середнє за 2016–2018 рр.)**

норми висіву (фактор С) млн. шт.насінин	Структура витрат,%,гірчиця біла (фактор А)							Енергетика,гірчиця біла (фактор А)									
	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 урожаєм, Мдж	Затрати на 1 ц	Кое
	контроль							контроль									
1	10,90	2,32	0,00	23,75	43,03	20,00	100,00	1297		1288	2061	97	1060	5803	26814	356	4,62
1,5	10,90	3,39	0,00	23,05	42,65	20,00	100,00	1385		1288	2098	146	1131	6048	28623	348	4,73
2	10,47	4,55	0,00	23,37	41,61	20,00	100,00	1226		1288	2031	194	1001	5740	25333	373	4,41
2,5	10,24	5,67	0,00	23,19	40,90	20,00	100,00	1186		1288	2014	243	969	5700	24511	383	4,30
	N30P30K30							N30P30K30									
1	8,73	1,69	18,79	17,28	33,52	20,00	100,00	1592	3531	1288	2186	97	1300	9994	32900	500	3,29
1,5	8,71	2,50	18,48	16,99	33,31	20,00	100,00	1640	3531	1288	2206	146	1339	10150	33887	493	3,34
2	8,50	3,31	18,48	16,99	32,72	20,00	100,00	1560	3531	1288	2173	194	1274	10020	32242	511	3,22
2,5	8,35	4,13	18,38	16,90	32,25	20,00	100,00	1520	3531	1288	2156	243	1242	9980	31420	523	3,15
	N60P60K60							N60P60K60									
1	7,40	1,33	29,73	13,66	27,88	20,00	100,00	1823	6762	1288	2284	97	1489	13742	37671	600	2,74
1,5	7,37	1,99	29,41	13,52	27,72	20,00	100,00	1847	6762	1288	2294	146	1508	13845	38164	597	2,76
2	7,23	2,63	29,34	13,48	27,32	20,00	100,00	1791	6762	1288	2270	194	1463	13768	37013	612	2,69
2,5	7,11	3,28	29,23	13,43	26,94	20,00	100,00	1743	6762	1288	2250	243	1424	13710	36026	626	2,63
	N90P90K90							N90P90K90									
1	6,35	1,12	37,33	11,44	23,77	20,00	100,00	1910	9993	1288	2321	97	1560	17169	39480	715	2,30
1,5	6,35	1,67	36,94	11,32	23,72	20,00	100,00	1950	9993	1288	2338	146	1593	17307	40303	706	2,33
2	6,16	2,21	37,06	11,36	23,21	20,00	100,00	1831	9993	1288	2287	194	1495	17088	37835	743	2,21
2,5	6,03	2,77	37,02	11,34	22,83	20,00	100,00	1759	9993	1288	2257	243	1437	16977	36355	768	2,14

Додаток Д.6

**Структура витрат та енергетична ефективність вирощування гірчиці білої сорту Запоріжанка
(середнє за 2016–2018 рр.)**

норми висіву (фактор С) млн. шт.насінин	Структура витрат,%гірчиця біла (фактор А)							Енергетика,гірчиця біла (фактор А)									
	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 урожаєм, Мдж	Затрати на 1 ц	Кее
	контроль							контроль									
1	10,15	2,49	0,00	25,49	41,87	20,00	100,00	907		1288	1896	97	741	4930	18753	432	3,80
1,5	10,27	3,60	0,00	24,48	41,65	20,00	100,00	1043		1288	1953	146	852	5282	21550	403	4,08
2	10,04	4,73	0,00	24,30	40,92	20,00	100,00	1003		1288	1937	194	819	5241	20727	416	3,96
2,5	9,61	5,99	0,00	24,53	39,86	20,00	100,00	868		1288	1879	243	709	4987	17931	458	3,60
	N30P30K30							N30P30K30									
1	8,01	1,78	19,88	18,28	32,05	20,00	100,00	1162	3531	1288	2004	97	949	9031	24017	619	2,66
1,5	8,19	2,60	19,25	17,70	32,25	20,00	100,00	1321	3531	1288	2071	146	1079	9437	27307	568	2,89
2	8,15	3,40	18,99	17,46	32,00	20,00	100,00	1345	3531	1288	2082	194	1099	9538	27801	564	2,91
2,5	7,63	4,36	19,40	17,83	30,77	20,00	100,00	1098	3531	1288	1977	243	897	9035	22701	655	2,51
	N60P60K60							N60P60K60									
1	6,53	1,42	31,61	14,53	25,92	20,00	100,00	1234	6762	1288	2034	97	1008	12423	25498	801	2,05
1,5	6,64	2,09	30,96	14,23	26,08	20,00	100,00	1345	6762	1288	2082	146	1099	12721	27801	753	2,19
2	6,67	2,73	30,52	14,03	26,05	20,00	100,00	1401	6762	1288	2105	194	1144	12894	28952	733	2,25
2,5	6,26	3,48	31,00	14,24	25,02	20,00	100,00	1170	6762	1288	2007	243	956	12426	24182	845	1,95
	N90P90K90							N90P90K90									
1	5,46	1,18	39,56	12,12	21,67	20,00	100,00	1242	9993	1288	2038	97	1014	15672	25662	1005	1,64
1,5	5,54	1,76	38,96	11,94	21,80	20,00	100,00	1329	9993	1288	2075	146	1086	15917	27472	953	1,73
2	5,56	2,30	38,56	11,81	21,77	20,00	100,00	1369	9993	1288	2092	194	1118	16054	28294	933	1,76
2,5	5,25	2,91	38,92	11,93	20,99	20,00	100,00	1178	9993	1288	2011	243	962	15675	24346	1059	1,55

Додаток Д.7

**Структура витрат та енергетична ефективність вирощування гірчиці білої сорту Еталон
(середнє за 2016–2018 рр.)**

норми висіву (фактор С) млн. шт.насінин	Структура витрат,%,гірчиця біла (фактор А)							Енергетика,гірчиця біла (фактор А)									
	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 урожаєм, Мдж	Затрати на 1 ц	Кее
	контроль							контроль									
1	10,10	2,50	0,00	25,61	41,79	20,00	100,00	884		1288	1886	97	722	4876	18260	439	3,74
1,5	10,20	3,62	0,00	24,62	41,55	20,00	100,00	1011		1288	1940	146	826	5210	20892	410	4,01
2	10,07	4,72	0,00	24,23	40,97	20,00	100,00	1019		1288	1943	194	832	5276	21056	412	3,99
2,5	9,53	6,04	0,00	24,71	39,73	20,00	100,00	828		1288	1862	243	676	4898	17108	471	3,49
	N30P30K30							N30P30K30									
1	7,86	1,80	20,10	18,48	31,76	20,00	100,00	1083	3531	1288	1970	97	884	8853	22372	651	2,53
1,5	8,03	2,64	19,49	17,92	31,92	20,00	100,00	1226	3531	1288	2031	146	1001	9223	25333	599	2,75
2	8,04	3,43	19,15	17,60	31,78	20,00	100,00	1282	3531	1288	2055	194	1047	9396	26485	584	2,82
2,5	7,65	4,35	19,38	17,82	30,80	20,00	100,00	1106	3531	1288	1980	243	904	9053	22866	651	2,53
	N60P60K60							N60P60K60									
1	6,36	1,43	31,96	14,69	25,55	20,00	100,00	1130	6762	1288	1991	97	923	12191	23359	859	1,92
1,5	6,43	2,12	31,41	14,43	25,60	20,00	100,00	1210	6762	1288	2024	146	988	12418	25004	817	2,01
2	6,47	2,77	30,93	14,22	25,61	20,00	100,00	1274	6762	1288	2051	194	1040	12609	26320	788	2,09
2,5	6,26	3,48	31,00	14,24	25,02	20,00	100,00	1170	6762	1288	2007	243	956	12426	24182	845	1,95
	N90P90K90							N90P90K90									
1	5,30	1,20	39,96	12,24	21,30	20,00	100,00	1130	9993	1288	1991	97	923	15422	23359	1086	1,51
1,5	5,35	1,78	39,44	12,08	21,35	20,00	100,00	1194	9993	1288	2018	146	975	15614	24675	1041	1,58
2	5,33	2,34	39,13	11,99	21,22	20,00	100,00	1202	9993	1288	2021	194	982	15679	24840	1038	1,58
2,5	5,23	2,92	38,97	11,94	20,94	20,00	100,00	1162	9993	1288	2004	243	949	15640	24017	1071	1,54

Додаток Д.8

**Структура витрат та енергетична ефективність вирощування гірчиці білої сорту Ослава
(середнє за 2016–2018 рр.)**

норми висіву (фактор С) млн. шт.насінин	Структура витрат,%,гірчиця біла (фактор А)							Енергетика,гірчиця біла (фактор А)									
	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 урожаєм, Мдж	Затрати на 1 ц	Кее
	контроль							контроль									
1	10,74	2,35	0,00	24,12	42,78	20,00	100,00	1210		1288	2024	97	988	5607	25004	369	4,46
1,5	10,65	3,48	0,00	23,63	42,25	20,00	100,00	1242		1288	2038	146	1014	5728	25662	367	4,48
2	10,30	4,62	0,00	23,73	41,35	20,00	100,00	1138		1288	1994	194	930	5544	23524	388	4,24
2,5	10,00	5,79	0,00	23,71	40,50	20,00	100,00	1059		1288	1960	243	865	5415	21879	407	4,04
	N30P30K30							N30P30K30									
1	8,58	1,71	19,02	17,49	33,20	20,00	100,00	1496	3531	1288	2146	97	1222	9780	30926	520	3,16
1,5	8,52	2,54	18,76	17,25	32,93	20,00	100,00	1520	3531	1288	2156	146	1242	9883	31420	517	3,18
2	8,17	3,39	18,95	17,42	32,05	20,00	100,00	1361	3531	1288	2088	194	1112	9574	28130	560	2,94
2,5	8,02	4,23	18,85	17,33	31,57	20,00	100,00	1321	3531	1288	2071	243	1079	9534	27307	574	2,86
	N60P60K60							N60P60K60									
1	7,16	1,36	30,24	13,90	27,34	20,00	100,00	1656	6762	1288	2213	97	1352	13368	34216	643	2,56
1,5	7,14	2,02	29,89	13,73	27,21	20,00	100,00	1688	6762	1288	2226	146	1378	13488	34874	636	2,59
2	7,01	2,67	29,81	13,70	26,81	20,00	100,00	1632	6762	1288	2203	194	1333	13411	33723	654	2,51
2,5	6,88	3,34	29,70	13,65	26,43	20,00	100,00	1584	6762	1288	2183	243	1294	13354	32736	671	2,45
	N90P90K90							N90P90K90									
1	6,09	1,14	37,97	11,63	23,17	20,00	100,00	1711	9993	1288	2237	97	1398	16724	35368	778	2,11
1,5	6,08	1,70	37,62	11,53	23,08	20,00	100,00	1735	9993	1288	2247	146	1417	16826	35861	772	2,13
2	5,93	2,25	37,64	11,53	22,65	20,00	100,00	1648	9993	1288	2210	194	1346	16678	34052	806	2,04
2,5	5,78	2,82	37,63	11,53	22,25	20,00	100,00	1568	9993	1288	2176	243	1281	16549	32407	840	1,96

Додаток Ж

Список публікацій здобувача

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Мельник А. В., Куцегуб Г. О., Жердецька С. В., Алі Ш. Вплив регуляторів росту на продуктивність гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України // Вісник Сумського національного аграрного університету. Суми, 2015, № 9. С. 173–175.

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

3. Мельник А. В., Жердецька С. В., Алі Ш., Шабір Г. Видові особливості формування зеленої маси гірчиці в умовах Лівобережного Лісостепу України. Вісник Харківського національного аграрного університету. Харків, 2017, № 2. С. 79–83.

4. 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.

5. Мельник А. В., Жердецька С. В., Алі Ш., Шабір Г., Вплив позакореневого підживлення на продуктивність гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Суми, 2019, № 3. (37) С. 24–29.

6. 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.

Продовження Додатку Ж

Статті в наукових виданнях інших держав:

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

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

Тези наукових доповідей:

9. Мельник А. В., Романько Ю. О., Жердецька С. В., Алі Ш., Макарчук А. В., Акуаку Дж. Стан та перспективи вирощування олійних культур в Лівобережному Лісостепу України за умов зміни клімату : збірник тез міжнародної наукової інтернет-конференції "Перспективи та стратегія адаптивного і ресурсозберігаючого вирощування олійних культур в умовах зміни клімату" (м. Запоріжжя, 30 жовтня 2015 р.). Запоріжжя, 2015. С. 107–108.

10. Мельник А. В., Жердецька С. В., Алі Ш. Вплив регуляторів росту на морфологічні параметри гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України. Міжнародна науково-практична конференція "Природне агровиробництво в Україні: Проблеми становлення, перспективи розвитку" (м. Дніпропетровськ, 22–23 жовтня 2015). Дніпропетровськ: РВВ ДДАЕУ, 2015. 393 с.

Продовження Додатку Ж

11. Мельник А. В., Жердецька С. В., Шабір Г., Алі Ш. Вплив погодно-кліматичних умов на продуктивність гірчиці сизої та білої в північно-східному Лісостепу України. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 88-річчю з Дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича "Гончарівські читання" (м. Суми, 26–27 травня 2016 р.). Суми, 2016. С. 63–64.

12. Shubbir G., Ali Shahid, Melnyk A., Growth performance of some Brassica varieties for forage production under three salinity levels of irrigation water // 2nd International Balkan Agriculture Congress to be held at Namık Kemal University, Tekirdağ, Turkey from 16–18 May 2017. – P. 165.

13. Мельник А. В., Жердецька С. В., Алі Ш. Особливості формування зеленої маси різних видів гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України : зб. тез Міжнародної науково-практичної конференції "Ефективність використання екологічного аграрного виробництва" (м. Київ, 2 листопада). Київ, 2017. С. 93–96.

14. Жердецька С. В., Алі Ш., Гулам Ш., Мельник А. В. Сучасні зміни агрометеорологічних факторів та врожайність гірчиці ярої в умовах північної частини лівобережного Лісостепу України : зб. тез Міжнародної науково-практичної конференції "Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти" (м. Київ, 13–14 березня). Київ, 2018. С. 102–104.

15. Жердецька С. В., Алі Ш., Шабір Г. Вплив норм висіву насіння на врожайність гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 88-річчю з Дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича "Гончарівські читання" (м. Суми, 24–25 травня 2019 р.). Суми, 2019. С. 106–107.

Продовження Додатку Ж

16. Мельник Т. І., Алі Ш., Колосок В. Г. Продовольча цінність гірчиної олії залежно від хімічного складу насіння // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 90-річчю з Дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича «Гончарівські читання», Суми, 25–26 травня 2020. – С. 89–90.

Додаток П

Апробація результатів дисертації

Основні положення роботи викладено та обговорено на науково-практичних конференціях різного рівня:

1. Міжнародній науковій Інтернет-конференції «Перспективи та стратегія адаптивного і ресурсозберігаючого вирощування олійних культур в умовах зміни клімату» (м. Запоріжжя, 2015 р.);

2. Міжнародній науково-практичній конференції "Природне агровиробництво в Україні: Проблеми становлення, перспективи розвитку" (м. Дніпропетровськ, 2015 р.);

3. Міжнародній науково-практичній конференції «Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку» (м. Київ, 2016 р.);

4. Міжнародній науково-практичній конференції «Ефективність використання екологічного аграрного виробництва» (м. Київ, 2017 р.);

5. II Міжнародному Балканському аграрному Конгресі (Туреччина, м. Текірдаг, 2017 р.);

6. Міжнародній науково-практичній конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти» (м. Київ, 2018 р.).

7. Міжнародних науково-практичних конференціях «Гончарівські читання» (м. Суми, 2016, 2019, 2020 рр.);

Додаток К.1

Узгоджено

Проректор з наукової роботи
та економічних питань

Д. о. е. н., професор Ю. І. Данько



"2019" р.

Затверджую

Директор

ТОВ «Полтава-Сад»

Штанько Д. В.

"15" "10" "2019" р.



Акт впровадження

Результатів науково-дослідних і технологічних розробок

Замовник: Товариство з обмеженою відповідальністю «Полтава-сад»,
Полтавська область, Полтавський район, с. Розсошенці, вул. Облачна 1

Керівник організації (директор): Штанько Дмитро Віталійович

Цим актом підтверджується, що результати роботи: Встановлення
оптимальних доз добрив та норм висіву насіння гірчиці білої сорту Ослава,
яка виконана аспірантом кафедри садово-паркового та лісового
господарства Сумського національного аграрного університету, Шахідом
Алі.

впровадженні на землях Товариства з обмеженою відповідальністю
«Полтава-сад», Полтавська область, Полтавський район, с. Розсошенці,
вул. Облачна 1.

1. Вид впровадження результатів: Вивчались норми мінеральних добрив
(контроль (без добрив); $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$) та норми висіву
насіння норми висіву: 1,0; 1,5; 2,0 і 2,5 млн шт./га. Встановлено
врожайність для сорту Ослава: на контролі -1,3-1,4 т/га.; $N_{30}P_{30}K_{30}$; 1,5-
1,7 т/га; $N_{60}P_{60}K_{60}$ - 1,8-1,9 т/га; $N_{90}P_{90}K_{90}$ - 1,8-2,1 т/га.

2. Характеристика масштабу впровадження 30 га.

3. Новизна науково-дослідних робіт: вперше в умовах Лісостепу України
встановлено оптимальну норму добрив та висіву насіння для сорту гірчиці
білої Ослава.

Продовження Додатку К.1

4.Впроваджені: у сільськогосподарське виробництво Товариства з обмеженою відповідальністю «Полтава-сад», Полтавська область, Полтавський район, с. Розсошенці, вул. Облачна 1.

5.Річний економічний ефект (прибуток на 30 га в порівнянні без добрив та нормою висіву рекомендованою до цього часу нормою висіву 2,0 млн шт./га):

Очікуваний прибуток – від внесення норми добрив ($N_{30}P_{30}K_{30}$) та норми висіву насіння 1,5 млн./га в порівнянні з контролем та нормою висіву 2,0 млн. шт./га) - 2120 грн./га.

фактичний прибуток - від внесення норми добрив ($N_{30}P_{30}K_{30}$) та норми висіву насіння 1,5 млн./га в порівнянні з контрольним варіантом по добривам за норми висіву насіння 2,0 млн./га – 3125 грн./га (з 30 га 93,8 тис.грн/га).

6.Питома економічна ефективність впровадження: рівень рентабельності за норми висіву насіння 2,0 млн. шт./га - 91,3 %, 1,5 млн. шт./га – 110,5 % за норми внесення добрив ($N_{30}P_{30}K_{30}$).

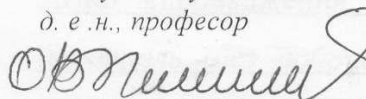
7.Соціально-науковий ефект: збільшення валового виробництва сировини та переробної промисловості.

Примітка:

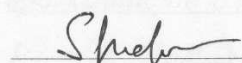
Цей акт завіряється гербовими печатками з боку Замовника і Виконавця

Від ВНЗ:

Завідувач науково дослідною частиною,
д. е. н., професор

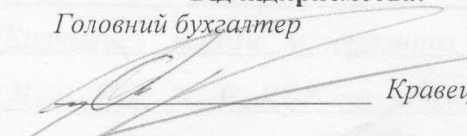
 Пасько О.В.

Виконавець, аспірант

 Шахід Алі.

Від підприємства:

Головний бухгалтер

 Кравець О. М.

Відповідальний за впровадження,
агроном

 Мурай В. М.

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

Додаток К.2

Узгоджено

Проректор з наукової роботи
та економічних питань

Д.є.н. професор Ю. І. Данько



"11" "2019" р.

Затверджую

Директор

ФГ «Соловей Р. В.»

Соловей Р. В.



"11" "2019" р.

Акт впровадження

Результатів науково-дослідних і технологічних розробок

Замовник: Фермерське господарство «Соловей Р. В.», Сумська область, Буринський район, с. Слобода,

Керівник організації (директор): Соловей Роман Володимирович,,

Цим актом підтверджується, що результати роботи: Ефективність позакореневого підживлення гірчиці білої сорту Запоріжанка, яка виконана аспірантом кафедри садово-паркового та лісового господарства Сумського національного аграрного університету Шахідом Алі,

впровадженні на землях Фермерського господарства «Соловей Р. В.», Сумська область, Буринський район, с. Слобода,

1. Вид впровадження результатів: Вивчались норми мінеральних добрив (контроль (без добрив); $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$) та норми висіву насіння норми висіву: 1,0; 1,5; 2,0 і 2,5 млн шт./га. Встановлено врожайність для сорту Запоржанка: на контролі - 1,21 т/га; $N_{30}P_{30}K_{30}$; 1,32 т/га; $N_{60}P_{60}K_{60}$ - 1,41 т/га; $N_{90}P_{90}K_{90}$ - 1,45 т/га.

2. Характеристика масштабу впровадження 15 га.

3. Новизна науково-дослідних робіт: вперше в умовах північно-східного Лісостепу України встановлено оптимальну норму добрив та висіву насіння для сорту гірчиці білої Запоріжанка,

Продовження Додатку К.2

4. Впроваджені: у сільськогосподарське виробництво Фермерське господарство Фермерського господарства «Соловей Р. В.», Сумська область, Буринський район, с. Слобода,

5. Річний економічний (прибуток на 15 га в порівнянні без добрив та нормою висіву рекомендованою до цього часу нормою висіву 2,0 млн шт./га):

Очікуваний прибуток – від внесення норми добрив ($N_{30}P_{30}K_{30}$) та норми висіву насіння 1,5 млн./га в порівнянні з контролем та нормою висіву 2,0 млн. шт./га) - 1255 грн./га,

фактичний прибуток - від внесення норми добрив ($N_{30}P_{30}K_{30}$) та норми висіву насіння 1,5 млн./га в порівнянні з контрольним варіантом по добривам за норми висіву насіння 2,0 млн./га – 1532 грн./га (з 15 га 22,9 тис.грн/га).

6. Питома економічна ефективність впровадження: рівень рентабельності за норми висіву насіння 2,0 млн. шт./га – 87,7 %, 1,5 млн. шт./га – 85,8 % за норми внесення добрив ($N_{30}P_{30}K_{30}$).

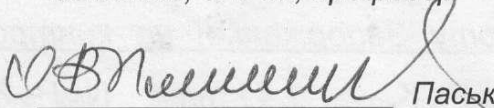
7. Соціально-науковий ефект: забезпечення сировиною для кондитерської промисловості, створення робочих місць на переробних заводах.

Примітка:

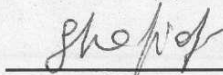
Цей акт завіряється гербовими печатками з боку Замовника і Виконавця

Від ВНЗ:

Завідувач науково дослідною частиною, д. е. н., професор

 Пасько О. В.

Виконавець, аспірант

 Шахід Алі

Від підприємства:

Головний бухгалтер

 Наумов О. Л.

Відповідальний за впровадження,

 Соловей Р. В.



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