

Сумський національний аграрний університет
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ШАББІР ГУЛАМ

УДК 633.853.483: 633.853.494:631.895

**ПРОДУКТИВНІСТЬ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР РОДИНИ *BRASSICACEAE*
ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-
СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.09 – Рослинництво

20 – Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата
сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
Гулам Шаббір

Науковий керівник Мельник Андрій Васильович, доктор
сільськогосподарських наук, професор, академік АН ВШ України

Суми – 2021

АНОТАЦІЯ

Гулам Шаббір. Продуктивність олійних культур родини *Brassicaceae* залежно від застосування добрив 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. Розвиток олійно-жирової промисловості в Україні має значні перспективи як з погляду забезпечення внутрішніх потреб, так і задоволення попиту зовнішнього ринку. Це зумовлено зростанням загальної кількості населення планети та переорієнтацією у структурі харчування населення економічно розвинених країн із тваринних жирів на рослинні. Також важливим фактором росту виробництва олій стало здорожчання енергоносіїв та збільшення використання олії для технічних потреб (біопалива, мийних засобів, фарб тощо). За перенасичення сівозмін соняшником важливим складником сучасних високоефективних технологій вирощування олійних культур є визначення особливостей реалізації біологічного потенціалу рослин родини *Brassicaceae*.

Крім того, зважаючи на тенденції глобальної зміни клімату та виникнення стресових ситуацій, відчутних в Україні, застосування комплексного використання мінеральних добрив та позакореневого підживлення для стабілізації розвитку гірчиці та ріпаку є актуальним і потребує детального вивчення.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше в умовах північно-східного Лісостепу України проведені дослідження щодо виявлення особливостей формування врожаю сучасних сортів гірчиці сизої, білої, чорної та ріпаку ярого. Визначено вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на формування продуктивності. Оптимізовано технологію вирощування гірчиці сизої, білої,

чорної та ріпаку ярого для умов північно-східного Лісостепу України. *Набули подальшого розвитку* питання впливу погодних умов на особливості росту, розвитку, формування фітомаси, фотосинтетичної активності, продуктивності залежно від сорту та комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення гірчиці сизої, білої, чорної та ріпаку ярого. *Обґрунтовано* економічну та енергетичну ефективність вирощування гірчиці сизої, білої, чорної та ріпаку ярого за оптимізованою технологією.

Практичне значення одержаних результатів. Виробництву рекомендовано технології вирощування ріпаку ярого та гірчиці білої, які забезпечують врожайність насіння 1,92 та 1,90 т/га відповідно. Основні елементи досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджені в господарствах Сумської та Полтавської областей, зокрема у ФГ «Захарченко» та ТОВ «Полтава-Сад» на загальній площі 80 га. Підтверджено їх ефективність, а саме: умовно-чистий прибуток – 925 та 1 090 грн/га; рентабельність виробництва – 62,5 та 97,5 % відповідно.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової проблеми щодо оптимізації технології вирощування гірчиці та ріпаку ярого в умовах північно-східного Лісостепу України. В основу технології покладено вивчення комплексного використання мінеральних добрив та позакореневого підживлення.

Проаналізовано результати досліджень вітчизняних та закордонних науковців щодо виявлення оптимальних норм добрив та ефективного застосування регуляторів росту. Доведено, що за сучасних змін клімату та у разі виникнення стресових ситуацій, що відмічаються в Україні, комплексне використання мінеральних добрив та позакореневе підживлення є важливим резервом стабілізації розвитку та підвищення продуктивності гірчиці та ріпаку.

За результатами досліджень виявлено, що внесення макро- і мікродобрив сприяло збільшенню морфометричних параметрів та фотосинтетичних показників. Зокрема, для гірчиці сизої максимальні значення на варіантах із нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та застосуванням Вуксал

борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га): висота рослин – 145,6 см; зелена маса (22,27 т/га) та суха речовина (7,79 т/га), площа листкової поверхні – 38,4 тис. м²/га; фотосинтетичний потенціал – 0,885 млн м² діб/га; вміст хлорофілів «a» та «b» – 1,08 мг/г. Площу листкової поверхні визначали методом висічок, а вміст хлорофілу на спектрофотометрі ULAB 102.

Для гірчиці білої найбільш ефективним виявився варіант за використання Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), що сприяло формуванню 25,67 т/га зеленої маси та 9,04 т/га сухої речовини. Отримані також максимальні значення площі листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу та вмісту хлорофілів «a» та «b». Показники структури продуктивності рослин гірчиці білої були максимальні на варіанті з нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀ за застосування Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га). Кількість гілок I порядку – 6,18 шт., кількість стручків на рослині – 93,04 шт. та кількість насінин у стручку – 6,72 шт.

Максимальні значення параметрів для гірчиці чорної отримані на варіантах з нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀ за застосування підживлення Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га). Вищенаведена норма добрив забезпечила максимальне накопичення зеленої маси – 24,04 т/га; вихід сухої речовини – 8,46 т/га; площі листкової поверхні – 48,0 тис. м²/га; фотосинтетичний потенціал 0,361 млн м² діб/га. Подібна тенденція виявлена за продуктивністю рослин (кількість гілок I порядку – 5,24 шт., кількість стручків на рослині – 83,98 шт. та кількість насінин у стручку – 5,74 шт.).

За підвищення фону живлення зростали основні морфометричні параметри та фотосинтетичні показники ріпаку ярого. Максимальні значення фіксували на варіантах із нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀ та із застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га): висота рослин – 128,9 см; зелена маса – 17,92 т/га; суха речовина – 4,88 т/га; площа листкової поверхні – 38,4 тис. м²/га; фотосинтетичний потенціал – 0,977 млн м² діб/га; вміст хлорофілів «a» та «b» – 1,32 мг/г. Подібна тенденція була показником

продуктивності на вищенаведеному варіанті, зокрема, найвищий показник кількості гілок I порядку – 4,72 шт., кількості стручків на рослині – 72,21 шт. та кількості насінин у стручку – 19,81 шт.

Головними показниками ефективності елементів технології вирощування олійних культур є врожайність та збір олії. Виявлено суттєве підвищення врожайності гірчиці сизої за внесення $N_{30-90}P_{30-90}K_{30-90}$ до 1,68–1,95 т/га, що на 0,27–0,53 т/га відповідно більше за контрольний варіант. За фактором В більш ефективним було комбіноване внесення Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) та Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). Урожайність – 1,74 т/га, що на 0,03 т/га більше за контроль.

Основні показники якості насіння – маса 1 000 шт. насінин та олійність. Маса 1 000 шт. насінин визначали згідно із ДСТУ 4138-2002, а вміст олії на інфрачервоному аналізаторі SupNir 2700. Максимальне значення маси 1 000 шт. насінин (2,88 г.) у рослин гірчиці сизої було зафіксовано на фоні добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ на варіанті із застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га). Найвищий вміст олії було зафіксовано на контрольному варіанті із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) – 41,70 %. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло збільшенню збору олії до 0,70 т/га, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 0,77 т/га, максимальні показники були отримані за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 0,78 т/га. Залежно від добрив для позакореневого підживлення найбільший збір олії спостерігали за застосування Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) та Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) – 0,72 т/га, що на 0,2 т/га більше за контроль.

Для гірчиці білої застосування добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло збільшенню врожайності на 0,35 т/га; $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 0,56 т/га; $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 0,63 т/га порівняно з контролем. Залежно від позакореневого підживлення суттєвий вплив мали добрива Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), що підвищували показник на 0,05 т/га. Максимальне значення маси

1 000 шт. насінин виявлено за застосування Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) на фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 5,54 г. Найвищий вміст олії було зафіксовано на контрольному варіанті із застосуванням Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) – 29,80 %. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло збільшенню збору олії – до 0,57 т/га; $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 0,62 т/га, максимальні показники були отримані за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 0,64 т/га. За фактором В найбільший збір олії отримали за застосування Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) – 0,58 т/га, що на 0,1 т/га більше за контроль. Застосування інших препаратів не вплинуло на збір олії.

Застосування добрив $N_{30-90}P_{30-90}K_{30-90}$ сприяло суттєвому збільшенню врожайності гірчиці чорної до 1,28–1,57 т/га. За фактором В найбільш ефективним виявилися Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), що підвищували показник на 0,03 т/га. Максимальне значення маси 1 000 шт. насінин гірчиці чорної було зафіксовано із застосуванням Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) на фоні $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 3,93 г. Найвищий вміст олії було зафіксовано на контролі із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) – 29,90 %. Внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало збір олії до 0,38 т/га, $N_{60}P_{60}K_{60}$ і $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 0,46 т/га. Позакореневе підживлення суттєво не впливало на збір олії.

Покрокове збільшення рівня живлення від $N_{30}P_{30}K_{30}$ до $N_{90}P_{90}K_{90}$ обумовило збільшення врожайності ріпаку ярого на 0,18; 0,36 та 0,46 т/га відповідно. Максимальне значення маси 1 000 шт. насінин було зафіксовано на фоні добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ на варіанті із застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) – 4,02 г. Найвищий вміст олії було зафіксовано на контролі за застосування Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) – 42,30 %. Збір олії збільшувався за підвищення фону мінерального живлення від 0,80 т/га до 0,90 т/га. Комплексне застосування Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) виявилось найбільш ефективним (0,83 т/га). Максимальне значення маси 1 000 шт. насінин було

зафіксовано на фоні добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ на варіанті із застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) – 4,02 г.

За результатами розрахунків економічної та енергетичної ефективності встановлено, що висока вартість мінеральних добрив призводить до зменшення рентабельності та Кее. Водночас комплексне внесення Басфоліар 6-12-6 (6,0 л/га) + Солю бор (3,0 л/га) на фоні $N_{30-60}P_{30-60}K_{30-60}$ обумовлює найвищий прибуток із одного гектара. Поряд із цим внесення добрив сприяє відтворенню родючості ґрунту.

Ключові слова: гірчиця сиза, гірчиці біла, гірчиця чорна, ріпак ярий, норми добрив, види добрив для позакореневого підживлення, морфометричні параметри, фотосинтетичні показники, продуктивність, економічна та енергетична ефективність.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Мельник А. В., Шахід А., Шаббір Г. Підбір сучасних сортів гірчиці сизої для вирощування в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2016. № . С. 114–117. (Особистий внесок – проведення польового дослідження, узагальнення експериментальних даних та підготовка статті, участь автора – 35 %).
2. Мельник А. В., Жердецька С. В., Шаббір Г., Шахід А. Сортіві особливості формування продуктивності різних видів гірчиці ярої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2017. № 2. С. 103–107. (Особистий внесок – проведення польового дослідження, узагальнення експериментальних даних та підготовка статті, участь автора – 40 %).
3. Мельник Т. І., Жердецька С. В., Шаббір Г., Алі Ш. Вплив погоднокліматичних параметрів на якість насіння різних видів гірчиці в умовах

північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2018. № 3. С. 53–57. (Особистий внесок – проведення польового дослідження, узагальнення експериментальних даних та підготовка статті, участь автора – 50 %).

4. Мельник А. В., Жердецька С. В., Шаббір Г., Цзя Пейпей. Оптимізація системи живлення гірчиці сизої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2018. № 9 (36). С. 60–63. (Особистий внесок – проведення польового дослідження, узагальнення експериментальних даних та підготовка статті, участь автора – 50 %).

5. Мельник А. В., Жердецька С. В., Шахід А., Шаббір 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. (Особистий внесок – проведення польового дослідження, узагальнення експериментальних даних та підготовка статті, участь автора – 25 %).

6. Шаббір Г. Урожайність і якість насіння ріпаку ярого залежно від комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2020. № 111. С. 166–173. (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., Жердецкая С. В., Гулам Ш., Али Ш., Агробиологические особенности выращивания горчицы яровой сарептской в условиях Левобережной Лесостепи Украины. *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. Самара, 2017. № 1. С. 22–

25. (Особистий внесок – проведення польового дослідження, узагальнення експериментальних даних та підготовка статті, участь автора – 25 %).

8. Melnik A. V., Zherdetskaya S. V., Ghulam Shabbir. Agrobiological features of mustard (*Brassica juncea* L) in Ukraine under current climate change conditions. *AgroFor International Journal*. Vol. 4. Issue №. 1, 2019. P. 93–12. (Особистий внесок – планування та проведення польового дослідження, підготовка та переклад статті, участь автора – 50 %).

Тези наукових доповідей:

9. Мельник А. В., Жердецька С. В., Шаббір Г., Алі Ш. Вплив погодно-кліматичних умов на продуктивність гірчиці сизої та білої в північно-східному Лісостепу України: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 86-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. (Особистий внесок – проведення польового дослідження, узагальнення експериментальних даних та підготовка тези, участь автора – 30 %).

10. Жердецька С. В., Шахід А., Гулам Ш. Агробіологічні особливості вирощування сучасних сортів гірчиці сарептської в умовах Лівобережного Лісостепу України: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку» (м. Київ, 3 листопада 2016 р.). Вінниця: Нілан-ЛТД, 2016. С. 178. (Особистий внесок – планування та проведення польового дослідження, узагальнення експериментальних даних та підготовка тези, участь автора – 40 %).

11. Shabbir G., Ali S. 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. (Особистий внесок –

планування та проведення польового дослідження, узагальнення експериментальних даних та підготовка тези, участь автора – 60 %).

12. Жердецька С. В., Шаббір Г., Алі Ш. Урожайність та якість насіння різних видів гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. «Гончарівські читання» (м. Суми, 25–26 травня 2017 р.). 2017. С. 89–91. (Особистий внесок – планування та проведення польового дослідження, узагальнення експериментальних даних та підготовка тези, участь автора – 40 %).

13. Мельник Т. І., Жердецька С. В., Шаббір Г., Алі Ш. Показники якості насіння гірчиці ярої залежно від погодно-кліматичних умов Сумської област: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. «Гончарівські читання» (м. Суми, 24–25 травня 2018 р.). Суми, 2018. С. 31–32. (Особистий внесок – проведення лабораторного дослідження, узагальнення отриманих результатів та підготовка тези, участь автора – 35 %).

14. Мельник А. В., Бутенко С. О., Шаббір Г., Цзя Пейпей. Перспективи використання регуляторів росту з антистресовою дією для олійних культур родини *Brassicaceae* за умов зміни клімату в Лівобережному Лісостепу України: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної освіти». Київ-Миколаїв-Херсон, 2019. С. 212–213. (Особистий внесок – проведення лабораторного дослідження, узагальнення отриманих результатів та підготовка тези, участь автора – 25 %).

15. Zherdetska S. V., Mei Zheng, Shabbir Gh. Feature of the growth regulators of yellow mustard cultivation technology // International Scientific and Practical conference «Honcharivski chytannya» dedicated to the 91 th anniversary of Doctor of Agricultural Sciences professor Mykolay Dem'yanovych Honcharov, Ukraine, Sumy, 25–26 May 2020. – P. 104–105. (Особистий внесок – проведення лабораторного дослідження, узагальнення отриманих результатів та переклад тези, участь автора – 50 %).

ABSTRACT

Ghulam Shabbir. The performance of oilseeds of the *Brassicaceae* family depending on the application of fertilizers under the conditions of the northeastern Forest Steppe of Ukraine.

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. The development of the oil and fat industry in Ukraine has significant prospects in terms of satisfying domestic needs, as well as meeting foreign market demand. This is due to the growth of the total population of the planet and the reorientation in the structure of the population of economically developed countries from animal to vegetable fats. Another important factor in the growth of oil production was the rise in energy prices and the increase in the use of oil for technical purposes (biofuels, detergents, paints, etc.). Crop rotations being overstocked with sunflower, an important component of modern high-performance technologies for growing oilseeds is to determine the special features of fulfilling the biological potential of the *Brassicaceae* family plants.

Besides, due to global climate change trends and the emergence of stressful situations in Ukraine, the use of integrated use of mineral fertilizers and foliar fertilization to stabilize the development of mustard and rape is relevant and needs to be studied in detail.

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 the yield formation of modern varieties of brown, white, and black mustard and spring rape has been carried out. The influence of the complex application of mineral fertilizers and foliar dressing on performance formation is determined. The technology of growing brown, white, and black mustard and

spring rape for the conditions of the northeastern Forest Steppe of Ukraine *has been optimized*. The influence of weather conditions on the peculiarities of growth, development, and formation of phytomass, photosynthetic activity, and performance depending on the variety and complex application of mineral fertilizers, and foliar feeding of brown, white, and black mustard and spring rape *has been further developed*. The economic and energy efficiency of growing brown, white, and black mustard and spring rape using the optimized technology *has been substantiated*.

The practical significance of the obtained results. The production is recommended to use the technology of cultivating spring rape and white mustard, which provide a seed yield capacity of 1.92 and 1.90 t / ha, respectively. The main elements of the research were tested and implemented in the farms of Sumy and Poltava regions, in particular on “Zakharchenko” farm and “Poltava-Sad” Ltd on a total area of 80 hectares. Their efficiency has been confirmed, namely: net operating profit – 925 and 1090 UAH / ha; production profitability – 62.5 and 97.5%, respectively.

The thesis presents a theoretical generalization and a new solution to the scientific problem of optimizing the technology of cultivating mustard and spring rape under the conditions of the northeastern Forest Steppe of Ukraine. The technology is based on the study of integrated use of mineral fertilizers and foliar dressing.

The results of the research of domestic and foreign scientists on revealing optimum rates of fertilizers and effective application of plant growth regulators have been analyzed. It has been proved that in the current climate change and the emergence of stressful situations in Ukraine, the integrated use of mineral fertilizers and foliar dressing is an important reserve for stabilizing the development and increasing the performance of mustard and rape.

According to the research results, the application of macro and micro fertilizers contributed to the increase of morphometric parameters and photosynthetic parameters. In particular, for brown mustard, the maximum values

in the variants with the fertilizerrateof $N_{90}P_{90}K_{90}$ and the use of Vuxal boron (3.0 l / ha) + Vuxal bioaminoplant (3.0 l / ha): plant height – 145.6 cm; green mass (22.27 t / ha) and dry matter (7.79 t / ha), leaf surface area – 38.4 thousand m^2 / ha; photosynthetic potential – 0.885 million m^2 day / ha; chlorophyll “a” and “b” content – 1.08 mg / g. The leaf surface area was determined through the method of cutting and the chlorophyll content using the ULAB 102 spectrophotometer.

For white mustard, the most effective option was to use Spectrum B + Mo (2.0 l / ha) + Spectrum Ascorist (3.0 l / ha), which contributed to the formation of 25.67 t / ha of green mass and 9.04 t / ha of dry matter; the maximum values of the leaf surface area, photosynthetic potential, and chlorophyll “a” and “b” content were also obtained. Indicators of the structure of performance of white mustard plants were maximum in the variant with the fertilizerrateof $N_{90}P_{90}K_{90}$ using Spectrum B + Mo (2.0 l / ha) + Spectrum Askorist (3.0 l / ha). The number of branches of the first order – 6.18 pcs., the number of pods on the plant – 93.04 pcs., and the number of seeds in the pod – 6.72 pcs.

The maximum values of the parameters for black mustard were obtained on the variants with the fertilizer rate of $N_{90}P_{90}K_{90}$ using the fertilization of Basfoliar 12-4-6 + S (6.0 l / ha) + Salyu Bor (3.0 l / ha), and Spectrum B + Mo, 0 l / ha) + Spectrum Ascorist (3.0 l / ha). The above rate of fertilizers provided the maximum accumulation of green mass – 24.04 t / ha; dry matter yield – 8.46 t / ha; leaf surface area – 48.0 thousand m^2 / ha; the photosynthetic potential of 0.361 million m^2 day/ha. A similar trend was found in plant performance (the number of first-order branches – 5.24 pieces, the number of pods per plant – 83.98 pieces, and the number of seeds per pod – 5.74 pcs.).

The main morphometric parameters and photosynthetic parameters of spring rape increased as the feeding background increased. The maximum values were recorded on the variants with the fertilizers rateof $N_{90}P_{90}K_{90}$ and with the use of Vuxal boron (3.0 l / ha) + Vuxal bioaminoplant (3.0 l / ha): plant height – 128.9 cm; green mass – 17.92 t / ha; dry matter – 4.88 t / ha; leaf surface area – 38.4 thousand m^2 / ha; photosynthetic potential – 0.977 million m^2 per day / ha;

chlorophyll “a” and “b” content – 1.32 mg / g. This trend was an indicator of productivity in the above option, in particular the highest number of branches of the first order – 4.72 pcs., the number of pods per plant – 72.21 pcs., and the number of seeds in the pod – 19.81 pcs.

The main indicators of the effectiveness of the elements of oilseed cultivation technology are yield capacity and oil collection. There was a significant increase in the yield capacity of brown mustard with the application of $N_{30-90}P_{30-90}K_{30-90}$ up to 1.68–1.95 t / ha, which is 0.27–0.53 t / ha, respectively, more than the on control variant. By factor B, the combined application of Vuxal boron (3.0 l / ha) + Vuxal bioaminoplant (3.0 l / ha), and Basfoliar 12-4-6 + S (6.0 l / ha) + Salyu Bor was more effective. 3.0 l / ha). The yield capacity is 1.74 t / ha, which is 0.03 t / ha more than control.

Basic seed quality indicators are the weight of 1000 pieces and oiliness. The weight of 1000 pieces of seeds was determined according to the DSTU 4138-2002, and the oil content was determined on the SupNir 2700 infrared analyzer. The maximum weight of 1000 pieces of seeds (2.88 g) in brown mustard plants were recorded against the background of $N_{90}P_{90}K_{90}$ fertilizers on the variant with the use of Vuxal boron (3.0 l / ha) + Vuxal bioaminoplant (3.0 l / ha). The highest oil content was recorded on the control variant with the use of Basfoliar 12-4-6 + S (6.0 l / ha) + Salyu Bor (3.0 l / ha) – 41.70 %. The application of fertilizers at the rate of $N_{30}P_{30}K_{30}$ contributed to the increase of oil yield up to 0.70 t / ha, in the rate of $N_{60}P_{60}K_{60}$ – up to 0.77 t / ha, the maximum values were obtained for the rate of $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 0.78 t / ha. Depending on the fertilizers for foliar dressing, the largest oil collection was observed with the application of Vuxal boron (3.0 l / ha) + Vuxal bioaminoplant (3.0 l / ha) and Basfoliar 12-4-6 + S (6.0 l / ha) + Salyu Bor (3.0 l / ha) – 0.72 t / ha, which is 0.2 t / ha more than the control.

For white mustard, the application of fertilizers at the rate of $N_{30}P_{30}K_{30}$ increased the yield capacity by 0.35 t / ha; $N_{60}P_{60}K_{60}$ – by 0.56 t / ha; $N_{90}P_{90}K_{90}$ – by 0.63 t / ha compared to the control. Depending on foliar dressing, Spectrum B + Mo (2.0 l / ha) + Spectrum Askorist (3.0 l / ha) fertilizers had a significant effect,

increasing the rate by 0.05 t / ha. The maximum value of the weight of 1000 pieces of seeds were found using Spectrum B + Mo (2.0 l / ha) + Spectrum Ascorist (3.0 l / ha) on the background of $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 5.54 g. The highest oil content was recorded on the control variant using Spectrum B + Mo (2.0 l / ha) + Spectrum Ascorist (3.0 l / ha) – 29.80 %. The application of $N_{30}P_{30}K_{30}$ fertilizer rate contributed to the increase of oil yield – up to 0.57 t / ha; $N_{60}P_{60}K_{60}$ up to 0.62 t / ha, the maximum values were obtained with the rate of $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 0.64 t / ha. By factor B, the largest oil yield was obtained by applying Spectrum B + Mo (2.0 l / ha) + Spectrum Ascorist (3.0 l / ha) – 0.58 t / ha, which is 0.1 t / ha more than the control. The use of other chemicals did not affect the yield of oil.

The application of $N_{30-90}P_{30-90}K_{30-90}$ fertilizers significantly increased the yield capacity of black mustard up to 1.28–1.57 t / ha. By factor B, the most effective was Basfoliar 12-4-6 + S (6.0 l / ha) + Solyu Bor (3.0 l / ha) and Spectrum B + Mo (2.0 l / ha) + Spectrum Ascorist (3.0 l / ha), which increased the rate by 0.03 t / ha. The maximum value of the weight of 1000 pieces of black mustard seeds was recorded using Spectrum B + Mo (2.0 l / ha) + Spectrum Ascorist (3.0 l / ha) against the background of $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 3.93 g. The highest oil content was recorded in the control using Basfoliar 12 -4-6 + S (6.0 l / ha) + Solyu Bor (3.0 l / ha) – 29.90 %. The application of $N_{30}P_{30}K_{30}$ increased oil yield up to 0.38 t / ha, $N_{60}P_{60}K_{60}$ and $N_{90}P_{90}K_{90}$ up to 0.46 t / ha. The foliar dressing did not significantly affect the oil yield.

A gradual increase in the level of nutrition from $N_{30}P_{30}K_{30}$ to $N_{90}P_{90}K_{90}$ caused an increase in the yield capacity of spring rape by 0.18; 0.36, and 0.46 t / ha, respectively. The maximum value of the weight of 1000 pieces of seeds was recorded on the background of $N_{90}P_{90}K_{90}$ fertilizers on the variant with the use of Vuxal boron (3.0 l / ha) + Vuxal bioaminoplant (3.0 l / ha) – 4.02 g. The highest oil content was recorded on the control with the use of Basfoliar 12- 4-6 + S (6.0 l / ha) + Solyu Bor (3.0 l / ha) – 42.30 %. The oil yield increased as the background of mineral nutrition increased from 0.80 t / ha to 0.90 t / ha. A complex application of Vuxal boron (3.0 l / ha) + Vuxal bioaminoplant (3.0 l / ha) proved to be the most

effective (0.83 t / ha). The maximum value of the weight of 1000 pieces of seeds were recorded on the background of $N_{90}P_{90}K_{90}$ fertilizers on the variant with the use of Vuxal boron (3.0 l / ha) + Vuxal bioaminoplant (3.0 l / ha) – 4.02 g.

According to calculations of economic and energy efficiency, it has been established that the high cost of mineral fertilizers leads to a decrease in profitability. Concurrently, the complex application of Basfoliar 6-12-6 (6.0 l / ha) + Solyu Bor (3.0 l / ha) against the background of $N_{30-60}P_{30-60}K_{30-60}$ causes the highest profit per hectare. Moreover, the application of fertilizers helps to restore soil fertility.

Keywords: brown mustard, white mustard, black mustard, spring rape, fertilizer rates, types of fertilizers for foliar dressing, morphometric parameters, photosynthetic parameters, performance, economic and energy efficiency.

З М І С Т

ВСТУП		20
РОЗДІЛ	1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ	25
	1.1. Стан вирощування олійних культур родини <i>Brassicaceae</i>	25
	1.2. Сортовий асортимент олійних культур родини <i>Brassicaceae</i> в Україні	35
	1.3. Особливості живлення олійних культур родини <i>Brassicaceae</i>	39
	Висновки до розділу 1	53
	Список використаних джерел до розділу 1	54
РОЗДІЛ	2. УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	76
	2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень	76
	2.2. Погодні умови в роки проведення досліджень	77
	2.3. Об'єкт, схема та методика проведення досліджень	81
	Висновки до розділу 2	87
	Список використаних джерел до розділу 2	88
РОЗДІЛ	3. ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІРЧИЦІ СИЗОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ	90
	3.1. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на ріст і розвиток рослин гірчиці сизої	90
	3.2. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на фотосинтетичні показники рослин гірчиці сизої	97
	3.3. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на продуктивність гірчиці сизої	107
	Висновки до розділу 3	116
	Список використаних джерел до розділу 3	118
РОЗДІЛ	4. ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ	121

		18
	4.1. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на ріст і розвиток рослин гірчиці білої	121
	4.2. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на фотосинтетичні показники рослин гірчиці білої	127
	4.3. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на продуктивність гірчиці білої	137
	Висновки до розділу 3	146
	Список використаних джерел до розділу 3	149
РОЗДІЛ	5. ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІРЧИЦІ ЧОРНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ	152
	5.1. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на ріст і розвиток рослин гірчиці чорної	152
	5.2. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на фотосинтетичні показники рослин гірчиці чорної	158
	5.3. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на продуктивність гірчиці чорної	167
	Висновки до розділу 5	176
	Список використаних джерел до розділу 5	179
РОЗДІЛ	6. ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РІПАКУ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ	182
	6.1. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на ріст і	182

	розвиток рослин ріпаку ярого	
	6.2. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на фотосинтетичні показники рослин ріпаку ярого	188
	6.3. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на продуктивність ріпаку ярого	197
	Висновки до розділу 6	206
	Список використаних джерел до розділу 6	208
РОЗДІЛ	7. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР РОДИНИ КАПУСТЯНИХ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ	211
	7.1. Економічна ефективність олійних культур родини капустяних залежно від комплексного застосування добрив	211
	7.2. Енергетична ефективність олійних культур родини капустяних залежно від застосування добрив	218
	Висновки до розділу 7	224
	Список використаних джерел до розділу 7	225
	ВИСНОВКИ	226
	РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	230
	ДОДАТКИ	231

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Розвиток олійно-жирової промисловості в Україні має значні перспективи як з погляду забезпечення внутрішніх потреб, так і задоволення попиту зовнішнього ринку. Це зумовлено зростанням загальної кількості населення планети та переорієнтацією у структурі харчування населення економічно розвинених країн із тваринних жирів на рослинні. Також важливим фактором росту виробництва олій стало здорожчання енергоносіїв та збільшення використання олії для технічних потреб (біопалива, мийних засобів, фарб тощо).

За перенасичення сівозмін соняшником важливим складником сучасних високоефективних технологій вирощування олійних культур є визначення особливостей реалізації біологічного потенціалу рослин родини *Brassicaceae*.

Завдяки роботам В. Д. Гайдаша, В. В. Лихочвора, О. І. Полякова, П. С. Вишнівського, А. В. Мельника, О. Г. Жуйкова, Н. П. Жернової, О. Л. Оксимця, Т. В. Козіної, А. В. Чехова, С. В. Жердецької, Ю. В. Вовченка, І. М. Кифорука та ін. досягнуті значні успіхи у вирішенні низки питань щодо вирощування ріпаку та гірчиці в Україні. Водночас основні питання технології вирощування гірчиці сизої мають порівняно невелику кількість вітчизняних наукових розробок, поодинокі сучасні наукові праці, присвячені здебільшого окремим, найбільш принциповим елементам технології вирощування культури переважно для зони Правобережного Лісостепу та Степу. Дослідження щодо вивчення сортових особливостей, визначення комплексного внесення добрив в умовах північно-східного Лісостепу України не проводились, що і обумовлює важливість та актуальність наших досліджень.

Зважаючи на тенденції глобальної зміни клімату та виникнення стресових ситуацій, відчутних в Україні, застосування комплексного використання мінеральних добрив та позакореневого підживлення для стабілізації розвитку гірчиці та ріпаку є актуальним і потребує подальшого вивчення.

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 2015–2020 рр. – «Оптимізація елементів технології вирощування гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України», державний реєстраційний номер 0115U001051 та «Агробіологічні особливості вирощування ріпаку в умовах північно-східного Лісостепу України», державний реєстраційний номер 0117U006535.

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження полягає у встановленні впливу комплексного внесення добрив (під передпосівну культивуацію та позакореневого підживлення) на продуктивність олійних рослин родини *Brassicaceae* в умовах північно-східного Лісостепу України

Відповідно до зазначеної мети були поставлені такі завдання:

- Визначити показники росту і розвитку залежно від сортових особливостей гірчиці сизої, білої, чорної та ріпаку ярого.
- Виявити закономірності формування продуктивності рослин гірчиці сизої, білої, чорної та ріпаку ярого залежно від комплексного внесення добрив.
- Визначити ефективність внесення добрив на врожайність та якість насіння гірчиці сизої, білої, чорної та ріпаку ярого.
- Розрахувати економічну та енергетичну ефективність досліджуваних елементів технології вирощування гірчиці сизої, білої, чорної та ріпаку ярого.

Об'єкт дослідження – процес оптимізації формування продуктивності олійних рослин родини *Brassicaceae* (гірчиця сиза, гірчиця біла, гірчиця чорна, ріпак ярий) залежно від видових особливостей, комплексного внесення добрив (під передпосівну культивуацію і позакореневого підживлення) та погодних умов.

Предмет дослідження – гірчиця сиза (*Brassica juncea* L) сорт Пріма; гірчиця біла (*Sinapis alba* L) сорт Ослава; гірчиця чорна (*Brassica nigra* Koch)

сорт Софія; ріпак ярий (*Brassica napus* L) гібрид Мірко КС; норми мінеральних добрив та види добрив для позакореневого підживлення, 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; вимірально-ваговий – для визначення висоти рослин кількості гілок, площі листкової поверхні, маси сирогої та сухої речовини, структури врожаю гірчиці і ріпаку; хімічний – для визначення якості насіння (вміст олії); математично-статистичні (дисперсійний, кореляційний) – для визначення вірогідності результатів і з'ясування залежностей між досліджуваними показниками; розрахунково-порівняльний – для встановлення економічної й енергетичної ефективності елементів технології вирощування гірчиці та ріпаку.

Наукова новизна одержаних результатів. *Уперше* в умовах північно-східного Лісостепу України проведені дослідження щодо виявлення особливостей формування врожаю сучасних сортів гірчиці сизої, білої, чорної та ріпаку ярого. Визначено вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на формування продуктивності. *Оптимізовано* технологію вирощування гірчиці сизої, білої, чорної та ріпаку ярого для умов північно-східного Лісостепу України. *Набули подальшого розвитку* питання впливу погодних умов на особливості росту, розвитку, формування фітомаси, фотосинтетичної активності, продуктивності залежно від сорту та комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення гірчиці сизої, білої, чорної та ріпаку ярого. *Обґрунтовано* економічну та енергетичну ефективність вирощування гірчиці сизої, білої, чорної та ріпаку ярого за оптимізованою технологією.

Практичне значення одержаних результатів. Виробництву рекомендовано технології вирощування ріпаку ярого та гірчиці білої, які забезпечують врожайність насіння 1,92 та 1,90 т/га відповідно. Основні елементи досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджені в господарствах Сумської та Полтавської областей, зокрема у ФГ «Захарченко» та ТОВ «Полтава-Сад» на загальній площі 80 га. Підтверджено їх ефективність, а саме: умовно-чистий прибуток – 925 та 1090 грн/га; рентабельність виробництва – 62,5 та 97,5 % відповідно.

Особистий внесок здобувача полягає у вивченні, узагальненні та систематизації відповідної літератури; виконанні основного обсягу експериментальної частини роботи, здійсненні узагальнення та математично-статистичної обробки даних, формулюванні висновків та рекомендацій виробництву. Наукові положення дисертаційної роботи, що виносяться на захист, опрацьовано автором за участю наукового керівника.

Апробація результатів дисертації. Результати дослідження дисертації оприлюднено та обговорено на: Міжнародних науково-практичних конференціях «Гончарівські читання» (м. Суми, 2016–2020 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції «Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку» (м. Київ, 2016 р.); II Міжнародному Балканському аграрному Конгресі (Туреччина, м. Текірдаг, 2017 р.); Міжнародних науково-практичних конференціях «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти» (м. Київ, 2018 р; Київ-Миколаїв-Херсон, 2019 р.).

Публікації. Основні положення дисертації викладено в 15 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 симпозіумах – 7 (за кордоном – 1).

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 7 розділів, висновків, практичних рекомендацій та

списку використаних джерел і додатків. Матеріали роботи викладені на 259 сторінках друкованого тексту і містять 51 таблицю, 12 рисунків та 28 додатків. Список використаної літератури налічує 335 джерел, із яких 60 латиницею.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ

1.1. Стан вирощування олійних культур родини *Brassicaceae*

Олійно-жировий комплекс України є єдиним сектором аграрного виробництва, де завдяки запровадженню економічних методів регулювання ринку встановлено баланс економічних інтересів держави, сільськогосподарської та переробної сфер виробництва і внутрішнього споживача.

Розвиток олійно-жирової промисловості в Україні має значні перспективи як щодо забезпечення внутрішніх потреб, так і щодо задоволення попиту зовнішнього ринку. Це зумовлено переорієнтацією у структурі харчування населення економічно розвинених країн із тваринних жирів на рослинні та олію і зростанням загальної кількості населення планети. Також важливим фактором розширення виробництва олій стало подорожчання енергоносіїв та збільшення використання олії для технічних потреб (біопалива, мийних засобів, фарб тощо) [128].

Виробнича база олійно-жирових підприємств дозволяє переробляти різні види насіння олійних культур, як поширених (соняшнику, ріпаку, сої), так і нетрадиційних, так званих нішевих культур – рижій, гірчиця, редька олійна, льон олійний, крэмбе (гірчиця) аббісінська тощо.

Завдяки біологічним особливостям та біохімічному складу олії цих культур вони з кожним роком набувають більшого значення і на сьогодні перейшли з розряду «експериментальних» до категорії «цікавих» для сільськогосподарських виробників як альтернатива традиційним олійним культурам, зокрема соняшнику [102].

Біологічні особливості хрестоцвітих культур відрізняються високою пластичністю до агроекологічних умов вирощування, а сучасний рівень селекції робить їх економічно привабливими. Ці культури мають значний

потенціал продуктивності високоякісного олієнасіння різнопланового використання [191, 212].

Аналіз виробництва олійних хрестоцвітих культур показав, що посівні площі за останні п'ять років мають тенденцію до перерозподілу. Інтерес до ярих олійних культур відновлюється у зв'язку з перенасиченням сівозмін зерновими, соняшником, а також збільшенням попиту на різні за якістю рослинні олії. Відзначається також високий потенціал їх урожайності [89]. У сівозмінах хрестоцвіті культури створюють не тільки менше навантаження на ґрунти, порівняно із соняшником, а й не поступаються йому в рентабельності [184,186].

Продуктивність олійних хрестоцвітих культур залежить від біологічних особливостей культури, ґрунтово-кліматичних умов, технологій вирощування тощо [89,145, 146, 157].

Розглядаючи біологічні особливості малопоширених нетрадиційних олійних культур родини хрестоцвітих, слід визначити ряд їх загальних рис та відмінностей.

Ріпак – багатопланова за використанням культура, насіння якої містить 40–46 % харчової олії та 20–25 % кормового білка [69]. Рапсова олія має харчове та технічне значення. Для використання в їжу її очищують від специфічного неприємного присмаку. Низькоерукова олія ріпаку за смаковими та харчовими властивостями прирівнюється до соняшникової та соєвої і використовується як салатна, у складі кулінарних жирів, маргарину та шоколадної маси [44].

Ріпакову олію широко використовують як сировину для виробництва біодизельного палива, а також додають до мінеральних мастил для збільшення їх в'язкості [34, 55, 56].

Зелена маса ріпаку містить значну кількість протеїну, клітковини та має гарний коефіцієнт перетравлюваності – 0,72 [196], що робить її цінною кормовою сировиною. Окрім зеленої маси, ріпак використовують для виготовлення силосу, сінажу, трав'яного борошна [59].

Ріпак ярий (*Brassica napus olifera*) містить у насінні 35–45 % слабовисихаючої олії, йодне число 101, вміст білка 20–26 %, вуглеводів 17–18 % [127,168]. Цінність ярого ріпаку полягає ще й у тому, що він є гарною страховою культурою на випадок загибелі озимого ріпаку [68, 86]. Зелену масу ріпаку поїдають тварини, але особливо цінна вона для молодих свиней і овець [39].

Морфологічні ознаки культури. Коренева система ріпаку стрижнева, у верхній частині центральний корінь потовщений, твердий, проникає на глибину до 170–180 см. Стебло прямостояче, округле, добре облистнене. Висота рослин може досягати 1,5 м і більше, діаметр стебла біля кореневої шийки у середньому 15–20 мм. Більшість сортів мають зелені, сизо-зелені або темно-зелені стебла без антоціанового забарвлення і опушування, покриті восковим нальотом. У деяких сортів стебло має сизо-фіолетове забарвлення [10].

Листя ріпаку може варіювати за формою і забарвленням за сортами. Нижні (прикореневі) листки досить великі, м'ясисті, ліроподібні-перисто-надрізані з крупною, овальною верхньою частиною. Середні листки видовжені і сидячі з невеликим черешком, верхні – видовжено-ланцетні, сидячі, цілнокраї з розширеною основою. Облистненість рослин від 26 до 60 % залежно від сорту.

Квітки ріпаку зібрані в рихле гроноподібне суцвіття. Пелюстки золотисті, світло-оранжеві. Плід – зігнутий або прямий, гладкий або слабобугристий, злегка звужений до верхівки стручок завдовжки 5–14 см і шириною 4–6 мм, на плодоніжках завдовжки 1–3 см.

Насіння має чорне, сірувато-чорне або світло-коричневе забарвлення. Маса 1 000 насінин – 2,6–4,5 г. У стручку в середньому 15–20 насінин [152].

Біологічні особливості культури. Ріпак ярий – холодостійка і досить вологолюбна рослина, відносно невибаглива до ґрунтів [91]. Високі врожаї формує на чорноземах, непридатні для його вирощування легкі, піщані і солонцюваті ґрунти [57].

Ріпак поліпшує орні землі, їхні фізико-хімічні властивості, є фітосанітаром проти корневих гнилей зернових культур, збільшує запас у ґрунті органічних речовин і доступних форм фосфору, поліпшує повітряні й агрохімічні властивості ґрунту [135, 143]. Окремі дослідження рекомендують повертати ріпак у сівозміні на те ж поле через 4–5 років [146, 147].

За результатами досліджень, проведених в умовах Поліської зони, встановлено, що при вирощуванні ріпаку яркого енергоємну оранку можна замінити дискуванням на глибину 8–10 см [27].

Важливим елементом вирощування ріпаку є забезпечення посівів добривами та мікроелементами. Так, для формування 1 ц урожаю ріпаку використовують: азоту – 5,0–6,2 кг, фосфору 3,8–6,3 кг, калію – 4,0–6,0 кг, а мікроелементів, таких, як бор, у 3 рази більше, ніж під зернові культури.

Одностайної думки науковців щодо оптимальної норми добрив при вирощуванні ріпаку немає. Найвищий рівень урожайності (1,75 т/га) в умовах Полісся отримали за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ [27]. Інші дослідження визначили оптимальною нормою внесення $N_{200}P_{70}K_{120}$ [87].

Рослини ріпаку для нормального розвитку, окрім основних елементів живлення, потребують також мікроелементи сірку, магній та мікроелементи бор, марганець, молібден [61, 64, 65, 153].

Під оранку вносять фосфорні та калійні добрива. Частина азотних добрив вносять у передпосівну культивуацію, решту в підживлення у фазах 5–6 листків – стеблуння культури [67, 129]. За даними деяких дослідників, ефективним є листкове внесення аміачної селітри і водорозчинного мікродобрива у фазу бутонізації [83].

Вагоме значення при вирощуванні культури має захист посівів від шкідників, хвороб, конкуренції бур'янів, що дозволить запобігти втратам від 30–60 % урожаю іноді до 100 % [91, 129].

Терміни збирання насіння ріпаку залежать від генетичних особливостей сорту і технології вирощування, період вегетації яркого ріпаку коливається в межах 87–125 днів [175].

Гірчиця біла (*Sinapis alba*). Цінна олійна культура, в насінні якої міститься 30–40 % харчової олії. Вона використовується на харчові цілі, в консервній, хлібопекарській, кондитерській промисловості, а також на технічні цілі [19, 81]. Порівняно з іншими видами олії, гірчична олія має найнижчий кислотний показник і довше за інші зберігає свої якості [38, 89].

Гірчиця залишає чисте поле від бур'янів, її корені добре засвоюють малорозчинні сполуки фосфору і калію, створюють добру мікрофлору ґрунту, тому є кращими попередниками для озимих і ярих культур. Зелена маса білої гірчиці містить у собі велику кількість азоту, фосфору, калію та різних мікроелементів, коріння гірчиці добре очищає ґрунти від бур'янів [37, 120].

Морфологічні ознаки культури. Гірчиця біла – однорічна рослина.

Корінь стрижневий, веретеноподібний, проникає у ґрунт на глибину 1–1,5 м. Стебло досягає висоти 50–80 см, розгалужене, вкрите шорсткими щетинистими волосками. Листки прикореневі, черешкові, ліроподібні, перисторозсічені, верхні – перисторозсічені, середні – менше розсічені, шорстковолосисті.

Суцвіття – китиця, квітки жовті, з приємним запахом. Плід – стручок, прямий або дугоподібний, 2–4 см завдовжки, з 4–6 насінинами, вкритий шорсткими волосками, носик плоду плоский, мечоподібний. При досяганні не розтріскується. Насіння округле, довге, з гладенькою поверхнею. Маса 1 000 насінин – 4–6 г. У воді дуже ослизнюється. Гірке, пекуче на смак.

Біологічні особливості культури. Як більш вологолюбна та холодостійка культура, гірчиця біла розміщується у північно-західних областях. Порівняно з сизою гірчицею вона менш вибаглива до ґрунтів. Порівняно з іншими олійними культурами вона стійкіша до високих температур. В Україні спостерігається ріст площ під білою гірчицею [50, 109]. За посівними площами гірчиці Україна входить до десятки світових лідерів [52].

Окремі елементи технології вирощування гірчиці такі. Оптимальна норма висівання становить 2,0 млн схожих насінин / га, за якої отримано найвищу врожайність насіння 1,18 т/га [95].

Під час активного росту і розвитку гірчиця добре реагує на внесення азотних добрив, що дає змогу суттєво підвищити її врожайність [20, 25].

Сівбу гірчиці найкраще починати з ранніми ярами культурами, висівання відбувається рядковим способом з міжряддями 15 см, з нормою висіву 1,3–2,2 млн шт. Для контролю за бур'янами вносять гербіциди [32].

Проблемою у технології вирощування гірчиці залишається високе заселення шкідниками: види прихованохоботників, капустиана попелиця, хрестоцвіті блішки. За сильного ураження шкідниками потрібно обробляти гірчицю декілька разів інсектицидами. Насіння гірчиці дозріває через 80–90 днів. Налив зерна гірчиці білої завершувався за вологості 13,5 % [23, 24].

Гірчиця сиза (*sarpeцька*) (*Brassica juncea* Czern).

Серед основних олійних культур України за обсягом виробництва гірчиця сарептська посідає четверте місце. Урожайність гірчиці сарептської 8–12 ц/га [106].

Застосування гірчиці в народному господарстві різноманітне: її вирощують для одержання харчової олії, гірчичного порошку, зеленого корму для тварин і багатьох інших потреб. Особливо цінна вона для виготовлення хліба вищих сортів (гірчичний хліб) і кондитерських виробів.

У консервній промисловості гірчицю використовують для виготовлення кращих сортів рибних і м'ясних консервів, успішно замінюючи прованську олію. У насінні гірчиці міститься 34–47 % олії, яку використовують у промисловості.

Гірчичний шрот після додаткового знежирення та подрібнення перетворюється на гірчичний порошок – продукт, що ціниться майже на рівні з олією. Гірчичний порошок – основний компонент столової гірчиці та майонезу, різноманітних соусів та приправ, маринадів та сумішей для консервування [192].

Природні антисептичні властивості, зумовлені специфічним хімічним складом та наявністю ефірної олії, дозволяють виробникам продовольчих продуктів відмовитися від додаткового введення до рецептури штучних консервантів, що одночасно зменшує собівартість продукції та приваблює споживача [81].

Широко застосовують гірчичну олію у маргариновій та миловарній галузях промисловості, у виробництві оліф і фарб. У промислових умовах гірчична олія може зберігатися рік, що в кілька разів довше, ніж термін зберігання соняшnikової олії. До того ж гірчична олія є джерелом відновлюваної енергії: способом метанолізу з неї можна отримати паливо.

Гірчиця сиза – надійний фітосанітар ґрунту: запобігає різним грибним хворобам і сприяє зникненню гризунів. Гірчиця також добрий сидерат. Ефективність зеленого добрива приблизно така сама, як гною [153].

Гірчична макуха належить до кращих концентрованих кормів для тварин. В одному її кілограмі міститься 0,98 кормових одиниць, 274 г перетравного протеїну.

Сарептська гірчиця – цінний зелений корм. За своїми кормовими властивостями вона не поступається традиційним кормовим культурам, таким як конюшина, бобові та злакові трави, кукурудза на зелений корм тощо. Зелена маса з озимих та проміжних посівів гірчиці цінна тим, що надходить для годівлі тварин у найкритичніші періоди – рано навесні та пізно восени, коли інших джерел зелених кормів немає.

У зеленому кормі гірчиці міститься протеїну 3,0 %, вуглеводів – 3,5, в конюшині – 3,0 і 8,9 % відповідно і у виці – 2,4 і 6,4 %. Гірчицю, скошену ще зеленою, можна успішно використати й для силосування. Сіно гірчиці не поступається лучному сіну за вмістом білкових речовин.

Як і гірчиця біла, гірчиця сарептська – надійний фітосанітар ґрунту: запобігає різним грибним хворобам і сприяє зникненню гризунів [53].

Морфологічні ознаки культури. Сиза гірчиця – однорічна рослина.

Коренева система стрижнева, проникає у ґрунт до 2,5–3 м. Стебло розгалужене, заввишки 40–130 см, з восковим нальотом. Листки прикореневі, нижні – черешкові, ліроподібні, зірчасторозсічені, верхні видовжено-ланцетні, гладенькі.

Суцвіття – китиця, яка має 25–80 жовтих квіток. Плід – стручок, тонкий, лінійний, з коротким носиком. Довжина стручка 3–5 см, містить 16–25 насінин, при досяганні розтріскується. Насіння коричнево-сизе, овально-округле, поверхня сітчаста. Маса 1 000 насінин – 2–3,5 г.

Біологічні особливості культури. Порівняно більша популярність сизої гірчиці серед інших видів пояснюється, в першу чергу, біолого-екологічними властивостями, а саме посухостійкістю і здатністю формувати економічно доцільні врожаї в жорстких гідротермічних умовах [171]. Основні площі посіву культури зосереджені у Степу та Лісостепу.

Урожайність гірчиці сарептської безпосередньо залежить від маси насіння з однієї рослини і кількості продуктивних рослин. Найбільша урожайність була за ранніх строків сівби, що можна пояснити тим, що за пізніших строків сівби рослини мали слаборозвинену надземну масу, сильніше пошкоджувалися шкідниками (попелиця). Також строки сівби вплинули на розвиток кореневої системи, від якої на момент настання ґрунтової засухи, в першу чергу, залежали ріст, розвиток рослин і формування врожаю [97].

Основні елементи технології вирощування такі. Кращим способом сівби є звичайний рядковий із міжряддям 15 см. Рекомендована густина рослин гірчиці сизої становить 1,5–2,5 млн/га. За раннього строку сівби насіння треба загортати на глибину 2–3 см, у разі пересихання верхнього шару допускається глибина загортання 5–6 см. Найбільшої шкоди у початкових фазах розвитку завдають бур'яни і хрестоцвіті блішки [127].

Головними складовими ланки догляду за посівами гірчиці є передпосівне протруєння насіння інсектицидними препаратами, додатковий весняний обробіток посівів від шкідників, хімічний захист рослин від

шкідників генеративних органів (бутонів, квіток, стручків) [50, 52]. Найкращий період збирання за вологості насіння 12–13 % [166].

Гірчиця чорна (*Brassica nigra* Koch.)

Гірчицю чорну (французьку) традиційно вирощували в Україні в дуже незначних обсягах (винятково у приватному секторі для споживання населенням як народного лікарського засобу чи у спеціалізованих господарствах, що були орієнтовані на виробництво аптекарської сировини).

Підвищення інтересу виробників до гірчиці чорної пов'язане із певними змінами у кон'юктурі сучасного аграрного ринку – отримання сировини рослинного походження для виробництва натуральних органічних компонентів їжі, лікарських засобів, предметів побуту тощо.

Крім того, процес штучного синтезування ефірної гірчичної олії та синіргину – основних компонентів, що зумовлюють фармацевтичні властивості культури, за вмістом яких чорна гірчиця поступається лише хрину, є економічно збитковим і екологічно шкідливим, що, знову ж таки, зумовлює вектор зацікавленості культурою [73, 99].

На відміну від багатьох рослинних олій, гірчична містить усі розчинні вітаміни, зокрема вітаміни А, К, Р і Е, її широко використовують у рибоконсервній промисловості для виготовлення високоякісних консервів, у хлібопекарській та харчовій промисловості, кулінарії, медицині.

Олія чорної гірчиці добре збалансована за жирокислотним складом із високим вмістом лінолевої і ліноленової кислот, що мають високу біологічну активність і гальмують старіння організму. Знежирене насіння використовують для виготовлення кращих сортів столової гірчиці. У Франції із цього виду гірчиці виготовляють знамениту діжонську гірчицю і гірчичний соус «Рап'вігот».

Також зазначимо, що гірчиця чорна вирізняється чудовими медоносними властивостями, перевершуючи за цим показником білу і сарептську. Медопродуктивність – 260 кг/га.

Крім того, чорну гірчицю використовують як компонент для приготування багатьох оригінальних страв і напоїв, і в цьому разі ні сиза, ні біла гірчиця її замінити не може.

Морфологічна характеристика культури. Гірчиця чорна – це однорічна трав'яниста рослина.

Стебло заввишки від 30 до 120 см, прямостояче, розгалужене, голе, у нижній частині разом із листям розсіяно-волосисте. Гілки тонкі, зазвичай з антоціановими плямами у пазухах. Листки черешкові, зелені: нижні – ліроподібні, із великою виїмчасто-зубчастою верхівковою часткою; верхні – ланцетоподібні, цілокраї.

Квітки дрібні, зібрані у рідкі гроноподібні суцвіття; пелюстки блідо- або яскраво-жовті. Квітконіжка плоду завдовжки 2,5–8,5 см. Плоди – чотиригранні, прямостоячі, притиснуті до стебла, ясногорбкуваті стручки завдовжки 1–2,5 см. Насіння кулясте, червонувато-бурого або темно-бурого забарвлення, тонкокомірчасте, діаметром 1,0–1,6 мм. Має надзвичайно гострий терпкий смак, що нагадує хрін [84].

Розглядаючи особливості технології вирощування гірчиці чорної, необхідно зазначити, що кращими попередниками для ярих олійних культур є чисті й зайняті пари, зернові колосові, просапні та зернобобові культури. Не можна їх висівати після ріпаку та гірчиці, буряків і соняшнику, проса й однорічних трав [51]. У сівозмінах із зерновими культурами вони сприяють поліпшенню фітосанітарного стану [57].

Основний обробіток ґрунту під ярі олійні культури, залежно від попередника, передбачає лущіння або дискування, пізніше оранку на глибину 20–22 см. Навесні при фізичному досяганні ґрунту проводять передпосівну культивуацію [31, 104]. Кращі результати забезпечує використання комбінованих ґрунтообробних агрегатів типу Європак упоперек або по діагоналі до запланованого напрямку сівби [127, 129].

Від вибору строків сівби значною мірою залежать ріст і розвиток генеративних органів рослин, стійкість до несприятливих умов середовища, шкідників і хвороб, урожайність і якість урожаю.

Норма висіву і густота стояння рослин істотно впливають на розвиток кореневої системи, кількість галузень, стручків на рослині, кількість насіння [96, 97, 125]. У надмірно загущених посівах значна частина рослин формує недостатньо виповнене насіння, що призводить до зниження продуктивності. На зріджених посівах урожайність знижується внаслідок нераціонального використання площі живлення, а також від збільшення забур'яненості посівів. За низьких норм висіву можливе утворення великої кількості непродуктивних гілок [94, 156].

Частина дослідників рекомендує перед збиранням використовувати для десикації Реглон, 2 л/га [93]. За іншими даними, застосування у передзбиральному циклі робіт десикації рослин є неефективним через істотне зменшення врожайності кондиційного насіння на 0,5–0,8 ц/га та зниження олійності посівних кондицій (лабораторної схожості та енергії проростання) [166].

1.2. Сортовий асортимент олійних культур родини *Brassicaceae* в Україні

На думку академіка УААН М. В. Зубця [60], одним із найголовніших пріоритетів у розвитку ринку рослинницької продукції повинно стати впровадження у виробництво досягнень української науки. У сучасних умовах сорт став засобом, без якого неможливо реалізувати науково-технічні досягнення в землеробстві, тобто ефективно використовувати добрива, техніку, меліорацію, а головне основний засіб виробництва – землю.

Сорт – необхідна та незамінна ланка складного комплексу організаційно-економічних і технічних заходів, спрямованих на збільшення виробництва високоякісної продукції, а також фактор пом'якшення впливу

екстремальних умов погоди. Історія минулого і сьогодення свідчить, що тільки на основі нових сортів можливий прогрес зернового господарства, подальше нарощування валових зборів.

Внутрішній ринок насіння ярих олійних культур родини *Brassicaceae* представлений сортами і гібридами іноземної та вітчизняної селекції. Є закономірні відмінності між сортовим насінням і гібридами, які відповідним чином формують позитивні та негативні характеристики насіння.

До переваг сортового насіння відносять такі: тривале збереження властивостей; високу стійкість до змін, низьку вартість. Недоліки сортового насіння: показники схожості нижчі, ніж у гібридного насіння. Переваги гібридного насіння: висока схожість, врожайність, стабільність, передбачувані смакові якості. Недоліки гібридного насіння: непередбачуваність гібридів другого покоління; вища вартість порівняно з сортовим.

Аналізуючи дані про кількість сортів, гібридів ріпаку ярого, занесених до Реєстру, можна відзначити певні коливання у динаміці. Так, асортимент насіння культури до 2015 року становив – 60; у 2016 р – 65, у 2017 році – 72 та у 2018 році – 73.

За даними Інституту олійних культур НААН України, найбільша кількість сортів і гібридів ріпаку (озимого та ярого) занесена до Реєстру за період 2014–2015 рр. – приріст загальної кількості становив 92 сорти, гібрида ріпаку проти 11 сортозразків – за період 2013–2014 рр. показники темпів зростання в розрізі озимого і ярого ріпаку різняться – швидшими темпами нарощується кількість сортів і гібридів озимого ріпаку.

До Держреєстру в 2018 році було занесено сорти і гібриди ярого ріпаку від 23 заявників, серед яких частка українських компаній становить 39,2 %. Конкуренцію в сегменті іноземного насіння ярого ріпаку складають сорти і гібриди Німеччини (33), США (9), Австрії (6), Індії, Франції, Чеської Республіки. У сегменті вітчизняних заявників насіння ярого ріпаку представлено сортами Івано-Франківського інституту АПВ, сортами

Національного університету біоресурсів та природокористування України, Національного ботанічного саду ім. Гришка, Інституту олійних культур НААН України. Основні характеристики зареєстрованих сортів і гібридів ярого ріпаку схожі за напрямком використання – олійний та якістю насіння – «00», відмінності полягають у рекомендованій зоні для вирощування [179].

Асортимент насіння інших досліджуваних культур представлений на українському ринку меншою різноманітністю. Так, до Реєстру занесено 9 сортів ріжю посівного, 11 сортів – гірчиці сарептської, 10 сортів – гірчиці білої та 2 сорти гірчиці чорної. За останні три роки лише у 2018 році було зареєстровано 6 сортів гірчиці, серед яких г. сарептської – 2, г. білої – 3 та г. чорної – 1 (рис. 1).

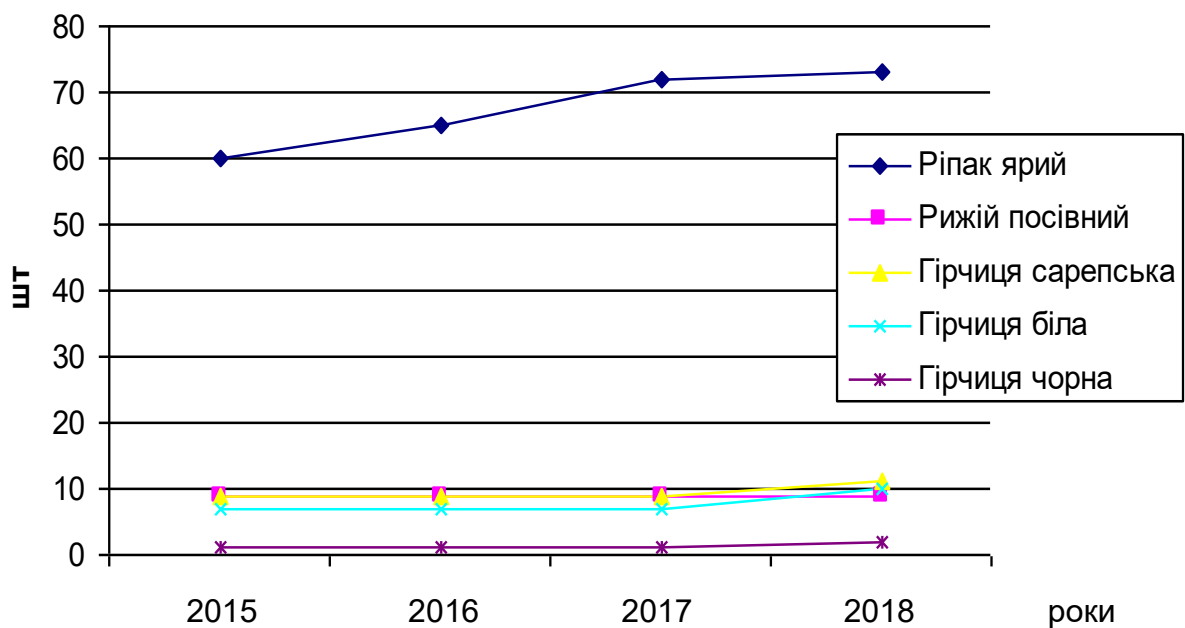
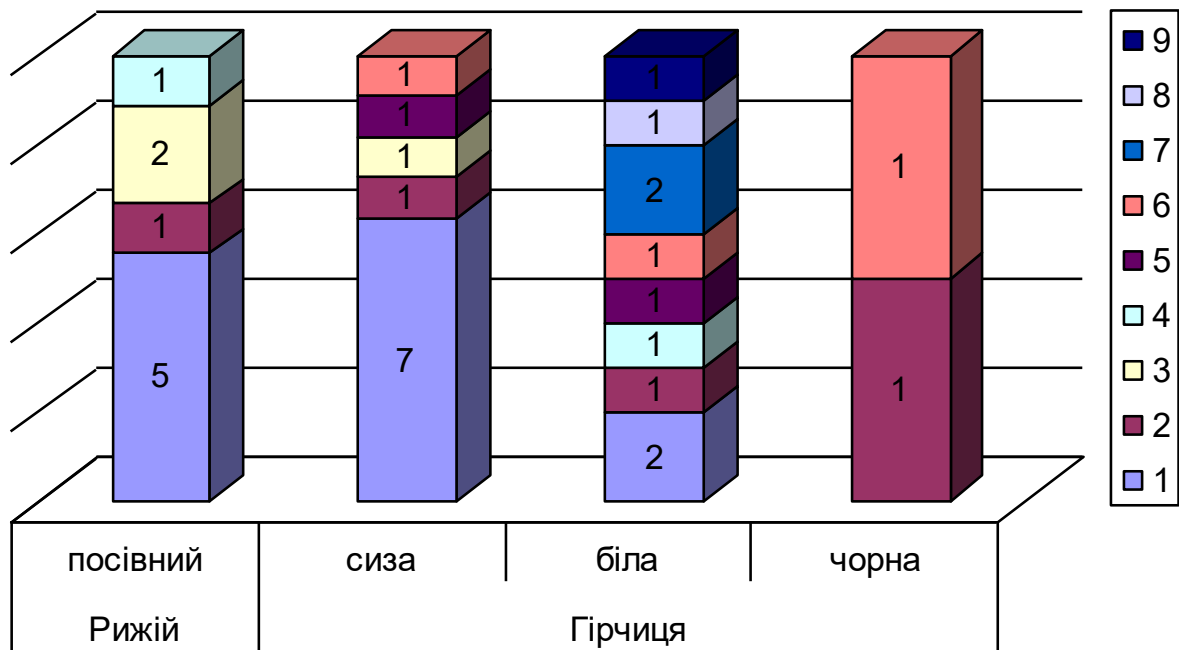


Рис. 1. Динаміка занесення сортів, гібридів досліджуваних культур до Держреєстру України (станом на 2018 рік)

Заявниками сортів, гібридів ріжю посівного та видів гірчиці є лише вітчизняні наукові установи, а саме: Інститут олійних культур Української академії аграрних наук; Івано-Франківський інститут агропромислового виробництва Української академії аграрних наук; Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка Національної академії наук України; Національний

науковий центр «Інститут землеробства Української академії аграрних наук»; Товариство з обмеженою відповідальністю «Бучачагрохлібпром»; Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Національної академії аграрних наук України; Інститут кормів Української академії аграрних наук; Хмельницький інститут агропромислового виробництва Української академії аграрних наук; Товариство з обмеженою відповідальністю «Науковий інститут селекції» (рис. 2).



1 – Інститут олійних культур Української академії аграрних наук; 2 – Івано-Франківський інститут агропромислового виробництва Української академії аграрних наук; 3 – Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка Національної академії наук України; 4 – Національний науковий центр «Інститут землеробства Української академії аграрних наук»; 5 – Товариство з обмеженою відповідальністю «Бучачагрохлібпром»; 6 – Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Національної академії аграрних наук України; 7 – Інститут кормів Української академії аграрних наук; 8 – Хмельницький інститут агропромислового виробництва Української академії аграрних наук; 9 – Товариство з обмеженою відповідальністю «Науковий інститут селекції»

Рис. 2. Частка вітчизняних установ-заявників сортів, гібридів олійних культур (за даними Державного реєстру сортів, 2018 рік)

1.3. Особливості живлення олійних культур родини *Brassicaceae*

Накопичення знань про підвищення родючості ґрунтів за допомогою використання різноманітних добрив відбувалося з незапам'ятних часів у результаті практичної діяльності багатьох поколінь аграріїв. Перші теорії, що вплинули на розвиток уявлень про роль ґрунту: водяна теорія голландського вченого Ван-Гельмоту (рослини живляться тільки водою), гумусова теорія О. Теєра (живлення рослин органічною речовиною добрив та ґрунту), мінеральна теорія Ю. Лібіха (рослини здатні поглинати тільки мінеральні сполуки з ґрунту), удосконалена пізніше Ж. Б. Бусенгом (виявив явище поглинання атмосферного азоту бобовими культурами), з'явилися в XVII–XIX століттях [188].

Коренева система рослин з ґрунту поглинає як воду, так і мінеральні речовини. Обидва ці процеси взаємозв'язані, але здійснюються на основі різних механізмів [116, 206].

Потреба в основних елементах живлення змінюється впродовж вегетації рослин. На перших фазах важливе значення має фосфор, під час формування вегетативних органів – азот, а для генеративного розвитку – калій [58].

Азот – важливий для рослин елемент живлення, який є структурним компонентом органічних сполук, що бере участь у всіх життєво важливих обмінних процесах у рослині. Входить до складу амінокислот, білків, нуклеїнових кислот та їх похідних, міститься у хлорофілі, фосфатидах, алкалоїдах, ферментах, фітогормонах, вітамінах та в інших сполуках. У початковий період росту рослини засвоюють порівняно невелику кількість азоту. Найбільш інтенсивно поглинання рослинами азоту відбувається у фазах максимального росту вегетаційної маси та формування генеративних органів [198, 225].

Оптимальне *фосфорне живлення* підвищує частку генеративних органів у загальній біомасі врожаю. Фізіологічне значення фосфору

визначається входженням його до складу ряду органічних сполук, таких, як нуклеїнові кислоти, нуклеотиди, нуклеопротейни, вітаміни та ін., що відіграють важливу роль в обміні речовин. Фосфор забезпечує краще використання інших елементів живлення з ґрунту, особливо азоту, калію, магнію. Позитивно впливає на підвищення врожайності сільськогосподарських культур, поліпшує харчові і технологічні якості продукції.

Цей елемент надходить в кореневу систему та функціонує в рослині у вигляді залишків ортофосфорної кислоти (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-}). За нестачі фосфору уповільнюється розвиток рослин, особливо репродуктивних органів, різко послаблюється ріст пагонів і коренів, зменшується стійкість до ураження хворобами [40, 224].

*Калій*не входить до складу органічних сполук, але є важливим елементом живлення рослин. Потреба рослин у калії тим вища, чим краще вони забезпечені водою і азотом. Найбільше калію засвоюється у фазах інтенсивного наростання біологічної маси. В основному закінчується надходження калію в рослини у фазі цвітіння чи плодоутворення. Дефіцит калію гальмує деякі біохімічні процеси в рослині, що негативно впливає на обмін речовин [132].

Важливою є фізіологічна роль мікроелементів, без яких принципово неможливе повноцінне засвоєння азоту, фосфору і калію рослинами. Нестача мікроелементів призводить до порушення обміну речовин та ходу фізіологічних процесів у рослині [118, 163].

Магній виконує важливу роль у процесі фотосинтезу – активізує фермент, який каталізує участь CO_2 у фотосинтезі. Магній є складовою фітину та інших органічних речовин. У вигляді іонів у клітинному соку він підтримує осмотичний потенціал клітин. Цей елемент живлення має активуючу дію на ряд ферментів, у першу чергу тих, що забезпечують білковий і вуглеводний обмін. Нестача магнію в рослинах уповільнює ріст та

синтез азотовмісних сполук, знижує вміст хлорофілу, погіршує якість продукції та стійкість рослин проти хвороб [222].

Залізо відіграє важливу роль в окисно-відновних реакціях як компонент ферментів; забезпечує синтез хлорофілу, бере участь у фотосинтезі та метаболізмі азоту та сірки. Нестача заліза призводить до зменшення інтенсивності фотосинтезу [98].

Бор забезпечує нормальний розвиток меристем, за його впливу покращується синтез та переміщення вуглеводів (особливо сахарози) з листків до органів плодоношення та в кореневі системи. Авдонин Н. С. та Аренс И. П. визначають позитивний вплив бору на транспортування ростових речовин та процес плодоношення [2, 131].

За нестачі бору спостерігається порушення анатомічної будови рослин, слабкий розвиток ксилеми, роздробленість флоєми основної паренхіми і деградація камбію, відмирання точок росту, пагонів і коренів [70, 113].

Марганець активує численні ферменти, особливо за фосфорилування, бере участь в різних окисно-відновних реакціях. У світловій реакції фотосинтезу він бере участь в розщепленні молекул води [5, 142]. Нестача марганцю впливає на різні процеси обміну речовин, зокрема на синтез вуглеводів і протеїнів [22], уповільнюється синтез органічних речовин, зменшується вміст хлорофілу в рослинах. Надлишок марганцю затримує надходження заліза в рослину, обумовлюючи прояв хлорозу [5].

Цинк є важливим мікроелементом, має великий вплив на окисно-відновні процеси в рослинному організмі, бере участь у синтезі гормону росту (ауксину), в утворенні АТФ, хлорофілу, елементів мінерального живлення, в поділі клітин, формуванні мітохондрій, прискорює проходження біосинтезу білка (амінокислот), виступає компонентом 40 дихальних ферментів, збільшує вміст аскорбінової кислоти, сухої речовини, впливає на процеси (живлення, транспортування речовин), на проникність мембран, прискорює темпи росту і розвитку, посилює процеси в репродуктивних

органах (під час запліднення), підвищує стійкість до захворювань, посухо-, жаро-, морозостійкість у рослин.

Цинкове «голодування» викликане відсутністю активного ауксину в стеблах рослин і зниженою його діяльністю в листках. Недостатня кількість цинку часто спостерігається на нейтральних і слаболужних карбонатних ґрунтах, а на кислих додаткове внесення може бути недоцільним [178].

Результати досліджень встановили синергізм дії спільного використання мікроелементів на проходження фізіологічних процесів у рослинах. Так, деякі науковці зазначають, що підвищення інтенсивності фотосинтезу відбувається за позакореневого підживлення марганцем, цинком та кобальтом [182], марганцем та бором [6], марганцем, молібденом та бором [105].

Установлено, що ефективність мікроелементів помітно зростає за достатнього забезпечення рослин макроелементами, з підвищенням рівня застосування макро добрив. Так, при внесенні високих норм азоту збільшується потреба рослин у молібдені, міді, борі. Ефективність фосфорних добрив зростає при внесенні цинку, молібдену. Після вапнування кислих ґрунтів зменшується доступність для рослин бору, міді, цинку, але підвищується рухомість [112].

Сучасна рамкова концепція раціональних систем застосування добрив (2008 р.) базується на чотирьох основних правилах: добрива потрібно застосовувати в найбільш відповідних формі та вигляді, в оптимальній дозі, в необхідні терміни та кращим способом. Дотримання таких норм базується на врахуванні специфіки мінерального живлення рослин та трофічного стану ґрунтів [177, 187].

В Україні за отримання високих урожаїв застосування мінеральних добрив залишається на доволі низькому рівні (48 кг/га діючої речовини), що, безумовно, призводить до деградації ґрунтів. Використання обмеженої кількості добрив можливе лише за раціональних технологій їх застосування, насамперед локалізація їх внесення з урахуванням агрохімічних показників

грунту, що забезпечує високу окупність урожаями та значний економічний ефект [187]. Потрібно також відмітити, що в Україні використання органічних добрив щороку невпинно зменшувалася (0,5–0,7 т/га ріллі), а частка удобреної площі знизилась до критичного рівня (2,1 %) [1, 54].

Досвід розвинених європейських країн показує, що урожай сільськогосподарських культур формується за рахунок поживних речовин, внесених з мінеральними та органічними добривами без урахування природної родючості ґрунту [220].

Олійні культури родини хрестоцвітих (рижій посівний, гірчиця сарептська, гірчиця біла, гірчиця чорна та ріпак ярий) по-різному реагують на застосування мінеральних, органічних та комплексних добрив, регуляторів росту тощо.

Особливості мінерального живлення ріпаку ярого. Ріпак вимогливий до поживних речовин. За результатами польових досліджень українських та іноземних науковців встановлено, що в середньому на формування 1 т основної і побічної продукції ріпак упродовж вегетації потребує засвоєння значної кількості поживних елементів: N_{45-60} P_{20-40} K_{50-70} Ca_{30-60} Mg_{7-10} S_{15-20} [7, 16, 26, 36].

Добрива є ефективним засобом підвищення врожаїв ріпаку ярого, одним із найбільш активних і швидкодійних чинників зовнішнього середовища, що впливають на обмін, ріст та розвиток рослин, а також чинників прямої дії на рослини, тобто безпосереднє збільшення їх продуктивності.

Мінеральне живлення має великий вплив на динаміку росту вегетативних органів ріпаку впродовж вегетаційного періоду. Крім того, встановлено, що мінеральні добрива забезпечують зниження ураженості хворобами на 2–3 %. У середньому збільшенню врожаю до 70 % сприяє застосування оптимальної системи удобрення, решту приросту можна отримати за рахунок дотримання інших агротехнічних заходів. Разом з добривами елементи живлення надходять у ґрунт, потім засвоюються

рослинами ріпаку і використовуються паралельно з продуктами фотосинтезу, в процесах обміну речовин, тим самим визначаючи умови формування майбутнього запланованого врожаю впливаючи і на його якість [20, 92, 107, 108, 172].

У ряді досліджень показано, що при внесенні добрив винос елементів живлення врожаем з ґрунту помітно зростає. Відмічено, що вміст азоту в насінні, як правило, у 3–4 рази, а фосфору – у 4–4,5 рази вищий, ніж їх вміст у соломі, а калію, навпаки, у 2–2,5 разу більше у соломі [80, 190, 211].

Основним елементом живлення для ріпаку ярого є азот. Він впливає на формування вегетативної маси, входить до складу білків, нуклеїнових кислот, хлорофілу, ферментів, фосфатидів, більшості вітамінів та інших органічних сполук, які відіграють важливу роль у процесах обміну речовин у рослині, суттєво підвищує врожайність. Причиною цього є висока здатність ріпаку як рослини з родини капустяних вбирати велику кількість азоту і використовувати його для продукування листкової маси. Унаслідок цього ріпак пізніше утворює пагони з бутонами, затримує початок цвітіння [138, 48].

Кращими формами мінеральних азотних добрив в умовах нестійкого зволоження в зоні Лісостепу України є аміачна селітра, сульфат амонію, карбамід і рідкі азотні добрива [119]. Найкраще внесення цих добрив проводити під зяблеву оранку, при посіві та у підживлення в період вегетації ріпаку ярого [170]. Під оранку вносять всю норму фосфорних і калійних добрив. Більшу частину азотних добрив ($\frac{1}{2}$ – $\frac{2}{3}$ загальної норми) вносять під передпосівну культивуацію у формі аміачної селітри. Решту азоту використовують для підживлення рослин у фазі 5–6 листків – бутонізація [20, 82, 111].

Дози мінеральних добрив залежать від попередника. Так, у західних регіонах України для одержання врожайності насіння ріпаку ярого на рівні 20–25 ц/га необхідно використовувати мінеральні добрива дозами (кг/га д. р.): після картоплі – $N_{60-80}P_{30-40}K_{60-80}$, зернобобових – $N_{60-80}P_{45-60}K_{80-120}$,

однорічних трав – $N_{70-100}P_{45-60}K_{80-120}$, зернових колосових – $N_{80-120}P_{45-60}K_{80-120}$ [36].

Ріпак добре реагує на внесення мікроелементів – бору, марганцю та молібдену. З урожаєм насіння 3,0 т/га ріпак виносить із ґрунту близько 200–400 г бору, 5–16 г молібдену і 300–1800 г марганцю [94]. Для отримання врожаю понад 20 ц/га насіння ріпаку ярого науковцями Львівського ДАУ рекомендовано вносити: бору (В) – 300–600, марганцю (Mn) – 200–500, молібдену (Mo) – 200 г/га. Цинк, кобальт та мідь суттєвого впливу на врожай насіння не мали [92].

Поряд з азотом, фосфором і калієм важливу роль в отриманні високих і сталих урожаїв ріпаку ярого відіграє сірка. Доведено, що ефективність сірковмісних добрив обумовлена рівнем азотного живлення. На ґрунтах з високим вмістом азоту та при підвищених нормах їх внесення проявляється найвища дія сірковмісних добрив [170, 176, 221].

Характерною особливістю ріпаку ярого є більш рівномірне засвоєння поживних речовин упродовж вегетації. За рекомендаціями фірми «AgroBioStim», для забезпечення врожайності насіння ріпаку ярого в межах 5–7 т/га слід проводити позакореневе підживлення: перше – у фазу 3–4 листка, друге – у фазу бутонізація–початок цвітіння, добривами «НІТРОГУМАТ» та «КАЛІЮ ГУМАТ» дозою 3 л/га відповідно [169]. Позакореневе підживлення ярого ріпаку сумісно з обробкою посівів пестицидами дозволяє скоротити внесення мінеральних добрив до 30 %, знизити витрати та сприяє подоланню стресу рослин унаслідок застосування пестицидів [148, 149].

Рижій посівний добре реагує на забезпеченість елементами живлення. Вимоги до родючості ґрунтів у рижію аналогічні до інших хрестоцвітих з тим самим потенціалом урожайності. Порівняно з ріпаком ярим рижій посівний менш вимогливий до родючості ґрунтів [181, 185]. У результаті мінералізації органічної маси рижій залишає у ґрунті понад 70 кг/га азоту, 30

– фосфору, 85 – калію, 35 кг/га – кальцію, значна частина яких повертається з нижніх шарів ґрунту [141].

Рижій реагує на азот аналогічно гірчиці або льону [213]. Проте є думка, що він менш вимогливий до технології порівняно з іншими капустяними культурами [216].

Оптимальні норми азотних добрив для деяких ярих олійних культур коливаються в межах N_{60-120} [183]. Внесення більше N_{120} призводить до затримки досягання насіння рослин [67]. Разом з тим внесення азотних добрив у високих нормах (N_{120}) на посівах рижію не викликає вилягання рослин [41].

Результати досліджень показують позитивний вплив азотних добрив на урожайність рижію. Так, у дослідженнях, проведених у Німеччині, при внесенні N_{120} урожайність рижію на суглинистому ґрунті зросла до 2,28 т/га [201].

Підвищення норм азотних добрив з 60 ц/га до 90 ц/га на фоні $P_{60}K_{60}$ забезпечує істотний приріст урожаю [151]. Проте з посиленням азотного живлення в насінні зменшився вміст олії через посилення утворення білка [41]. Під впливом добрив у рижію зростає маса 1 000 насінин [17].

Функціональна роль азоту змінюється за фазами розвитку рослин. У фазі початку стеблування він сприяє пагоно- та стручкоутворенню; при цвітінні гальмує опадання бутонів і квіток, а також редукцію насіння після запліднення. За вирощування рижію ярого в умовах чорноземів опідзолених Правобережного Лісостепу максимальна листкова поверхня (24,5–42,1 тис. $m^2/га$) залежно від особливостей удобрення формується у фазу цвітіння. Здебільшого на його фотосинтетичний потенціал впливає рівень азотного живлення. Максимального значення фотосинтетичного потенціалу (749,1 тис. $m^2/га$ діб) рослини рижію ярого досягали у міжфазний період бутонізація-цвітіння у варіанті досліді фон + N_{120} . Підвищення дози азотних добрив з 30 до 90 кг/га д. р. на фосфорно-калійному фоні за роки досліджень збільшило

цей показник на 42–86 % порівняно з контрольним варіантом у міжфазний період цвітіння-достигання [42].

Вагоме місце у розвитку рижію займає фосфор. Найбільше потребує його рослина в період стеблуння і цвітіння, рекомендовані норми внесення становлять P_{70-90} . Інтенсивність надходження фосфору в рослину залежить від температури, умов зволоження тощо. Нестача опадів у період росту стебла і формування плодів призводить до уповільнення або навіть призупинення надходження, що провокує зменшення вмісту P_2O_5 у рослині, і, навпаки, за наявності опадів накопичення фосфору зростає [165].

Фосфорне й азотне живлення взаємозв'язане: дефіцит першого призводить до дефіциту другого та навпаки. Найбільша потреба рижію у фосфорі спостерігається в період стеблуння і цвітіння. Рекомендовані норми внесення становлять 70–90 кг д.р/га [94, 180].

Калій є важливим елементом рослин із різними функціями, найбільше його міститься у молодих рослинах. Він поліпшує хід обміну речовин, надходження води в клітини, осмотичний тиск і тургор, пригальмовує процеси випаровування. За оптимальних умов калійного живлення клітини добре утримують воду, рослини стійкіші до посухи. Калій бере участь у білковому і вуглеводному обміні, під його впливом стимулюється утворення цукрів у листках і перехід їх в інші органи рослин. Він покращує якість врожаю, підвищує інтенсивність окисних процесів, що сприяє збільшенню органічних кислот у тканинах рослин [90]. Калій сприяє кращому засвоєнню заліза під час синтезу хлорофілу.

Внесення мінеральних добрив позначилося на польовій схожості рижію: вона зменшилася з 81,8 % на варіанті без добрив до 76,6 % на фоні $N_{120}P_{60}K_{120}$. Найвища продуктивність рижію сформувалась за внесення $N_{120}P_{60}K_{120}$. Вміст олії, навпаки, на вищих фонах живлення зменшувався. Якщо на варіанті без добрив він становив 46,7 %, то на фоні $N_{120}P_{60}K_{120}$ зменшився до 45,7 %, або на 1 % [88].

Дослідження, які проводились в умовах західного Лісостепу, показали, що за збільшення норми добрив урожайність ріжю зростала від 1,16 т/а на контролі до 1,91 т/га на фоні $N_{120}P_{60}K_{120}$ [94].

За даними Рожкована В. і Комарової І., за потребою елементів NPK і ефективністю дії на врожай на першому місці – фосфор, на другому – азот і на третьому – калій. Крім того, науковці зазначають, що на ґрунтах, багатих калієм, за разового і багаторазового внесення калію приріст урожаю досить малий або взагалі відсутній [151].

Зважаючи на нечутливість ріжю ярого до внесення калійних добрив, важливим фактором впливу на врожайність є азотні і фосфорні, здебільшого у вигляді аміачної селітри та суперфосфату.

В умовах нестачі вологи внесення мінеральних добрив сприяло підвищенню врожайності ріжю на 0,7–3,1 ц/га [185].

Забезпечення гірчиці елементами мінерального живлення. Гірчиця надзвичайно чутлива до родючості ґрунту, застосування добрив є величезним резервом у підвищенні її врожайності. Науковці стверджують, що від забезпеченості гірчиці поживними речовинами залежать ріст і розвиток рослин, і в першу чергу їх стійкість проти шкідників і хвороб, а в кінцевому підсумку – врожайність насіння.

На формування 1 ц насіння гірчиця використовує: азоту – 5,5–6,0 кг, фосфору – 2,5–3,0 кг, калію – 4,0–5,0 кг, кальцію, магнію, бору та сірки – в 3–5 разів більше, ніж зернові культури.

Важливим елементом живлення гірчиці є азот. Дослідження закордонних науковців показали, що збільшення норми азотних добрив від 0 до 80 кг д.р./га і фосфорних від 0 до 30 кг/га призводить до суттєвого підвищення врожайності насіння: 8,2; 13,6 і 16,1 ц/га відповідно за нормами азоту (0, 40 і 80 кг/га) і 19,3; 19,1 і 21,5 ц/га за нормами фосфору (0, 15 і 30 кг д.р./га) [199, 217].

Установлено, що застосування азотного добрива підвищує врожайність насіння гірчиці на 30 %, а внесення 75 кг/га (21 % гранульованого

суперфосфату) в рядки одночасно з сівбою забезпечує прибавку в 3,6 ц/га. [173].

На ґрунтах із низьким вмістом азоту в штаті Пенджаб спостерігалось, що збільшення доз азотних добрив підвищувало вміст білка в насінні, йодне число та вміст ізотіоціанату. Вміст жирної олії без внесення азотних добрив становить 42,3 %, а урожайність 9,7 ц/га; на фоні N_{50} – 41,3 і 11,6; N_{100} – 39,5 і 11,9; N_{150} – 38,5 і 12,0 відповідно [208].

В умовах півдня України внесення під гірчицю сизу азотних добрив нормою N_{30} під передпосівну культивуацію сприяло формуванню на 27,9 % більшого врожаю насіння культури порівняно з неудобреним контрольним варіантом. Підвищення дози азотних добрив до 60 кг д.р./га дозволило додатково отримати 1,5 ц/га кондиційного насіння [76].

Окремі дослідники зазначають, що надмірні норми азотних добрив призводять до дуже інтенсивного розгалуження куща, збільшення вегетативної маси й вилягання рослин, що викликає значні втрати врожаю під час комбайнового збирання, погіршують умови нектароутворення посіву гірчиці сарептської та білої, що негативно позначається на інтенсивності відвідування рослин медоносними бджолами і, як наслідок, на урожайності та якості насіння культур, у першу чергу через зменшення показників структури врожаю (кількість стручків на рослині та насінин у стручку) та зменшення його олійності [130, 140].

Мінеральні добрива, внесені безпосередньо під гірчицю, значно підвищують її урожай. Під зяблеву оранку рекомендується вносити $N_{45-60}P_{45-60}$. На ґрунтах, бідних калієм, добавляють K_{45-60} . При сівбі в рядки вносять фосфорні добрива в нормі P_{15-20} , які підвищують урожайність насіння та вихід олії на 20–22 % [134].

Застосування добрив нормою $N_{20}P_{10}$ одночасно з сівбою збільшує насіннєву продуктивність культур на 1,7–2,2 ц/га порівняно із варіантом внесення повної норми мінеральних добрив під основний обробіток ґрунту. [75].

В умовах недостатнього зволоження України типовою нормою добрив в умовах є $N_{40}P_{60}$, яка вноситься під основний обробіток ґрунту, в районах з достатньою кількістю опадів ефективність мінеральних добрив (особливо азотних) збільшується, тому норму слід збільшити орієнтовно до $N_{60}P_{80}$. Внесення мінеральних добрив на зрошенні істотно збільшувало показники структури врожаю гірчиці порівняно з неудобреним контролем у середньому на 8,4 ц/га, за норми добрив $N_{60}P_{45}$ – 17,9 ц/га; $N_{120}P_{90}$ – 19,2 ц/га [33].

У результаті досліджень, проведених науковцями Молдавської дослідної станції ВНДІОК, встановлено, що максимальну врожайність гірчиці сарептської на рівні 13,6 ц/га отримано за внесення повного мінерального добрива нормою $N_{45}P_{60}K_{30}$. Збільшення норми добрив до $N_{60}P_{90}K_{60}$, а також одночасне внесення 20 т/га гною було неефективним [165, 223].

Для гірчиці сарептської норма мінеральних добрив на рівні $N_{60}P_{60}K_{40}$ дозволить отримувати врожаї насіння на рівні 15–18 ц/га з олійністю до 40 % [11].

Застосування повного мінерального добрива нормою $N_{40}P_{60}K_{50}$ в умовах Уральської області сприяло формуванню врожаю насіння гірчиці сарептської на рівні 12,2 ц/га, причому фосфорні добрива на 1–2 % підвищували олійність насіння. Застосування лише азотно-фосфорного добрива було менш ефективним [8, 9].

Під зяблеву оранку в господарствах, що спеціалізуються на вирощуванні товарного гірчичного насіння, вносять мінеральні добрива в нормі $N_{45-60}P_{45-60}K_{45-60}$. При сівбі в рядки вносять фосфорні добрива в дозі P_{15-20} , які підвищують урожайність насіння і вихід олії на 20–22 % [174].

Під час вивчення припосівного внесення мінеральних добрив під гірчицю в умовах лісостепової зони Омської області кращі результати було отримано від застосування фосфорного добрива дозою P_{20} , яке щорічно давало істотні прирости врожаю, які в середньому становили за три роки 1,8 ц/га. Одночасне поєднання з фосфорним азотного добрива не

підвищувало врожайність порівняно з варіантом із самим фосфорним добривом, не отримано позитивних результатів і від доповнення азотно-фосфорного добрива калійним [28–30].

Згідно з дослідженнями, проведеними спеціалістами Донської науково-дослідної станції, визначено, що найбільшу прибавку врожаю насіння гірчиці дає внесення повного мінерального добрива. Схема застосування мінеральних добрив здебільшого має такий вигляд: під основний обробіток ґрунту $N_{20-60}P_{60-90}K_{60}$, під передпосівну культивуацію N_{30-50} [64]. Водночас, за рекомендаціями окремих науковців, з метою збільшення врожайності та стійкості гірчиці до шкідників і хвороб є рекомендовані норми мінеральних добрив на рівні $N_{30-35}P_{45-60}K_{45-60}$. Більшу кількість добрив вносять під зяблеву оранку, а одночасно із сівбою в рядки додають фосфорні добрива із розрахунку 15–20 кг д.р./га [62].

Деякі фахівці, навпаки, вважають за недоцільне внесення мінеральних добрив у декілька прийомів і рекомендують застосовувати їх під оранку в нормі $N_{35}P_{45-60}K_{60}$. В умовах степового Криму норма мінеральних добрив під гірчицю в більшості випадків не перевищує $N_{60}P_{60}$ д.р./га за внесення її у повному обсязі з осені під зяблеву оранку [75].

У республіці Білорусь практикується внесення 100 % норми азотних добрив (90 кг д.р. азоту) під передпосівну культивуацію, а решту фосфорно-калійних ($P_{60}K_{90}$) – під осінній зяб [133].

В умовах Лісостепу України норма мінеральних добрив під гірчицю встановлена $N_{60}P_{60}K_{30}$ за застосування повної дози фосфорно-калійних добрив з осені під оранку, 70 % азотних – під передпосівну культивуацію та 30 % – у позакореневе підживлення. Водночас урожайність на рівні 17,0 ц/га одержано за основного внесення мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{60}K_{30}$ [124–126].

Порушення балансу між азотом та фосфором у системі мінерального живлення гірчиці білої доказово погіршувало якісні показники гірчичної олії на загальному фоні зменшення олійності насіння [3, 4].

Норма мінеральних добрив значною мірою залежить від природних ґрунтових умов. Так, на бідних кам'янистих ґрунтах норма мінеральних добрив повинна становити $N_{80-90}P_{50-60}$, на більш родючих достатньо внесення $N_{40-60}P_{30-45}$, на дуже бідних сірих лісових ґрунтах під гірчицю сарептську слід вносити від 80 до 240 кг д.р./га азоту: урожайність насіння за нормами добрив відповідно становила 15,3 (N_{80}); 18,1 (N_{160}) і 20,6 ц/га (N_{240}) [194, 195, 204].

Важливе значення має форма внесення мінеральних добрив. На кислих дерново-підзолистих ґрунтах ефективно сумісне внесення мінеральних добрив та вапна. Особливо ефективно вапнування при сумісному внесенні з органічними або мінеральними добривами. Внесення гною безпосередньо під гірчицю можна допускати тільки на сильно виснажених ґрунтах, винятково восени під зяблевою оранку. Внесення безпосередньо під гірчицю може зменшити не тільки врожайність, а й олійність насіння. Гній значно збільшує урожай гірчиці тільки при внесенні його під попередник.

Для умов північно-західних районів Російської Федерації рекомендується вносити під сизу гірчицю (ц/га): сульфату амонію – 1–2, суперфосфату – 2–4, калійної солі – 1–3. Причому внесення суперфосфату в гранульованому вигляді за сівби в рядки визнано найбільш ефективним – 1 ц добрив дає прибавку врожаю на рівні 3 ц/га. Цей спосіб ще зручний і тим, що добрива вносяться рано навесні безпосередньо в ґрунт нормою 50 кг/га і не потребують спеціальних пристосувань [47, 73].

Внесення під гірчицю 2 ц/га суперфосфату дозволило отримати урожай на рівні 10,7 ц/га. При цьому відмічено, що фосфорнокислі добрива не тільки збільшують валовий збір насіння, а й підвищують його олійність до 0,9 % [46]. В окремих господарствах південної зони практикується припосівне внесення гранульованого суперфосфату дозою 75 кг/га у фізичних туках.

Отже, оптимальний рівень живлення дає змогу рослинам максимально утворювати нормальний хімічний склад листків і всієї надземної маси, викликаючи, таким чином, активну життєздатність всіх органів рослини.

Запаси продуктивної вологи використовуються більш ефективно. Точну норму внесення мінеральних добрив розраховують виходячи із забезпеченості елементами живлення конкретного ґрунту та певних природно-кліматичних умов.

Висновки до розділу 1

1. Узагальнено результати досліджень вітчизняних та закордонних науковців щодо виявлення оптимальних норм добрив та ефективного застосування регуляторів росту за вирощування гірчиці та ріпаку ярих форм.

2. Доведено, що за сучасних змін клімату та у разі виникнення стресових ситуацій, відчутних в Україні, комплексне використання мінеральних добрив та позакореневе підживлення є важливим резервом стабілізації розвитку та підвищення продуктивності гірчиці та ріпаку.

Список використаних джерел до розділу 1

1. Абрамович О. В. Сучасна необхідність використання місцевої сировини як засобу для підвищення біопродуктивності ґрунту. Охорона ґрунтів. Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. К., 2014. Вип. 1. С. 98–100.
2. Авдонин Н. С., Аренс И. П. Влияние молибдена на биохимические процессы в растениях и на качество растительной продукции. *Агрохимия*. 1966. № 3. С. 70.
3. Акаева Т. К., Зотова Е. Ю. Влияние минеральных удобрений на качество семян и масла горчицы белой. *Актуальные проблемы стабилизации почвенного плодородия и урожайности в Верхневолжье*. 2005. С. 69–71.
4. Алексеев А. П. О росте и развитии горчицы сарептской. Краснодар, 1952. 126 с.
5. Анспок П. И. Микроудобрения. Л.: Агропромиздат, 1990. 272 с.
6. Антонова А., Шестиперова З., Шувалов Г. Содержание хлорофилла и бора в рассаде белокочанной капусты различных по устойчивости к киле сортов в зависимости от внекорневой подкормки бором и марганцем. *Микроэлементы в почве: записки ЛСХИ*. Л., 1972. Т. 200. С. 36–43.
7. Артемов И. В., Савенков В. П., Первущин В. М. Интенсивная технология возделывания ярового рапса. *Технические культуры*. 1989. № 4. С. 20–22.
8. Аубекеров Т. А. Биология горчицы и пути повышения ее урожайности в Западноказахстанском крае: автореф. дисс. канд. с.-х. наук. Алма-Ата, 1964. 20 с.
9. Аубекеров Т. А., Мейрманов М. К. Горчица. Алма-Ата: Кайнар, 1980. 96 с.

10. Аубова А. Б., Тулькубаева С. А. Рапс в Северном Казахстане. Монография. Костанай: Костанайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 2014. 219 с.
11. Барбарич А. І., Дубовик О. М., Стрелко Д. В. Жироолійні рослини України: довідник. К.: Наукова думка, 1973. 132 с.
12. Бердніков О. М. Зелені добрива. К.: Т-во «Знання» УРСР, 1988. 48 с.
13. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин / Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Каленська С. М., Єрмакова Л. М. Вінниця: ФОП Рогальська І. О., 2013. 724 с.
14. Бойченко В. Л., Яковлева А. С., Бондарук А. В. Сировинний потенціал ріжюю для отримання компонентів модифікування складу авіаційного палива. Наукоємні технології, 2016. № 1(29). С.123–127.
15. Буянкин В. И., Прахова Т. Я. Рыжик масличный (*Camelina Sp.*): монография. Волгоград, 2016. 116 с.
16. Вавилов П. П. Растениеводство / П. П. Вавилов, В. В. Гриценко, В. С. Кузнецов и др. М.: Колос, 1979. 519 с.
17. Вахненко С. В, Поляков О. І. Формування продуктивності ріжюю ярого при застосуванні біостимуляторів та регуляторів росту рослин в умовах Південного Степу України: науково-технічний бюлетень інституту олійних культур НААН. 2011. № 16. С. 103–107.
18. Ведмедева К. Перспективні олійні. The Ukraine Farmer, 2016. № 1. С. 20.
19. Велкова Н. И., Наумкин В. П. Использование горчицы белой и продуктов ее переработки в питании, медицине и косметике: монография. Орел: «ОрелГАУ», 2014. 154 с.
20. Вишнівський П. С. Агробіологічні основи формування врожаю хрестоцвітих олійних культур в умовах Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Вінниця, 2012. 49 с.

21. Вишнівський П. С., Губенко Л. В., Ремез Г. Г., Лепеха В. Г. Вплив удобрення на формування врожайності гірчиці білої: зб. наук. пр. ННЦ Інститут землеробства УААН. Вип. № 1. 2010. С. 122–126.
22. Власюк П. А., Климовицкая З. М. Физиологическое значение марганца для роста и развития растений. М. : Колос, 1969. 160 с.
23. Вовченко Ю. В., Фурсова Г. К. Хімічний склад насіння та вегетативної маси гірчиці залежно від погодних умов періоду вегетації: міжвід. темат. наук. зб. «Селекція і насінництво». Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН. Харків. 2008. Вип. 95. С. 273–282.
24. Вовченко Ю. В., Фурсова Г. К. Тривалість наливу та динаміка вологості насіння гірчиці в умовах північного Степу України. *Вісник ХНАУ. Сер. «Рослинництво, селекція і насінництво, овочівництво»*. Харків, 2008. № 5. С. 74–80.
25. Волошин Е. И., Аветисян А. Т. Руководство по удобрению капустных культур (ярового рапса, сурепицы, горчицы и редьки масличной): методические рекомендации. Красноярск, 2017. 28 с.
26. Воробьев С. А. Практикум по земледелию / С. А. Воробьев, В. Е. Егоров, А. Н. Кисилев и др. М. : Колос, 1967. С. 27–63.
27. Ворона Л. І., Вишнівський П. С., Данкевич Є. М. Продуктивність ріпаку ярого залежно від обробітку ґрунту й удобрення в умовах Полісся: зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2007. Вип. 1. С. 87–92.
28. Воронин Б. Н. Агротехника горчицы в Североказахстанской и Омской области: автореф. дис. канд. с.-х. наук по специальности 06.01.09. Алма-Ата, 1975. 21 с.
29. Воронин Б. Н. Припосевное внесение минеральных удобрений под горчицу на почвах лесостепной зоны Омской области. Бюллетень НТИ по масличным культурам ВНИИМК. 1970. № 4. С. 25–29.
30. Воронин Б. Н. Эффективность применения удобрений под горчицу в условиях лесостепной зоны Омской области. Краснодар, 1971. 126 с.

31. Воскресенская Г. С. Биология рижика. Л.: Научное издания, 1949. 10 с.
32. Вплив елементів технологій вирощування на урожайність насіння гірчиці білої в умовах Прикарпаття / І. Кифорук, І. Козіна, О. Бойчук, О. Мойсей. *Вісник Львівського національного університету : агрономія*. Львів : Львів. нац. аграр. ун-т, 2013. № 17. С. 77–81.
33. Вывалько И. Г. Технические культуры. Киев: Изд-во Украинской академии сельскохозяйственных наук, 1960. 119 с.
34. Гаврилова В. А., Конькова Н. Г., Романцова С. В. Перспективы использования растительного масла в качестве биодизельного топлива. *Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции – новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства: сб. трудов*. Тамбов: Изд-во Першина Р. В., 2011. С. 288–290.
35. Гаврисюк В. К. Применение омега-3 полиненасыщенных жирных кислот в медицине. *Укр. пульмон. журнал*. 2001. № 3. С. 5–10.
36. Гайдаш В. Д. Ріпак /В. Д.Гайдаш, М. М. Климчук, М. М. Макар та ін. Ів.-Франківськ : Сіверсія, 1998. 214 с.
37. Герт П. А., Вітвицький П. А. Сидерати – це врожай. Житомир: ЦНТЕІ, 2005. 26 с.
38. Мазур В. О., Гомоній С. М., Попович Ю. В. Гірчиця: посібник. Івано-Франківськ: Симфонія форте. 2011. 32 с.
39. Горковенко Л. Г., Осепчук Д. В. Использование рапса и продуктов его переработки в кормлении свиней и мясной птицы. Краснодар, 2011. 192 с.
40. Господаренко Г. М. Агрохімія: підручник. К.: ННЦ «ІАЕ», 2010. 400 с.
41. Господаренко Г. М., Зануда Р. М. Вплив норм і строків внесення мінеральних добрив на врожайність і якість насіння рижію ярого: збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань, 2010. Ч. 1, Вип. 73. С. 8–11.

42. Господаренко Г. М., Рассадіна І. Ю. Фотосинтетична діяльність рослин рижію ярого залежно від удобрення в правобережному Лісостепу. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 3. С. 93–98.
43. Григорів Я. Я. Вплив строків сівби і технологій вирощування на врожайність рижію ярого на дерново-опідзолених ґрунтах Передкарпаття: зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2012. Вип. 14. С. 279–282.
44. Гущина В. А., Гришин Г. Е., Лыкова А. С. Технология возделывания ярового рапса: практические рекомендации. Пенза: РИО ПГСХА, 2016. 60 с.
45. Гюнтер Кант. Зеленое удобрение. М.: Колос, 1982. 128 с.
46. Дедова Э. Б., Конијева Г. Н. Технология возделывания горчицы сарептской в рисовых севооборотах Калмыкии. Биологические основы устойчивого развития Волго-Каспийского природного комплекса. М. 2006. Ч. 1. С. 252–255.
47. Доронин С. В. Нормы высева семян на разных фонах минерального питания и сорта ярового рапса на Северо-востоке Волго-Вятского района: автореф. дис. канд. с.-х. наук по специальности 06.01.09. Пермь, 1988. 23 с.
48. Єрмакова Л. М., Пророченко Т. І. Тривалість міжфазних періодів ріпаку ярого залежно від удобрення в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 4 (83). С. 55–59.
49. Технічні культури. Практикум: навч. пос. / Жатов О. Г., Каленська С. М., Троценко В. І. Мельник А. В. та ін. Суми: ВТД «Університетська книга», 2013. 284 с.
50. Жуйков О. Г. Агробіологічне обґрунтування комплексу технологічних прийомів вирощування видів гірчиці в умовах Південного Лісостепу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: 06.01.09. Херсон, 2015. 43 с.

51. Жуйков О. Г. Агроекологічні передумови вирощування гірчиці чорної в незрошуваних сівозмінах півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2013. Вип. 1. С. 149–156.
52. Жуйков О. Г. Гірчиця в Південному Степу: агроекологічні аспекти і технології вирощування: наукова монографія. Херсон: Видавець Грін Д. С., 2014. 416 с.
53. Жуйков О. Г., Жуйков Г. Є. Роль гірчиці та продуктів її переробки у формуванні продуктового сегменту АПК України. *Науково-виробничий журнал «Бізнес-навігатор»*. Херсон : МУБіП, 2013. Вип. 1 (30). С. 141–147.
54. Журбицкий З. И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. М.: Изд. АН СССР. 1963. 295 с.
55. Зазуля А. Н., Романцова С. В., Улюкина Е. А. Расширение сырьевых ресурсов для производства биодизельного топлива. *Наука в центральной России*. 2014. № 4. С. 64–84.
56. Зазуля Л. Н., Нагорнов С. А., Романцова С. В., Малахов С. Получение биодизельного топлива из растительных масел. *Достижения науки и техники АПК*. 2009. № 12. С. 58–60.
57. Землеробство / Гудзь В. П., Примак І. Д., Будьонний Ю. В., Танчик С. П. К.: Центр учбової літератури, 2010. 464 с.
58. Злобін Ю. А. Курс фізіології і біохімії рослин: підручник. Суми: Університетська книга, 2004. 464 с.
59. Рыжиковый жмых в комбикормах для лактирующих коров / Зотеев В. С., Симонов Г. А., Зотеев С. В., Писарев Е. И. *Молочное и мясное скотоводство*. 2016. № 3. С. 29–32.
60. Зубець М. В., Безуглий М. Д. Зерно України: резерви галузі та складові успіху. *Голос України*. № 43 (4543) від 11.03. 2009 р. С. 10–11.
61. Зудилин С. Н., Кирсанов С. А. Эффективность расчетных доз минеральных удобрений на посевах рапса ярового и редьки масличной в Лесостепи среднего Поволжья. *Агрохимия*. 2001. № 6. С. 28–34.

62. Иванова Н. Операция «Рыжик». *Бизнес-журнал*. 2013. № 10. С. 58–59.
63. Иванцова Е. А. Особенности и технологии возделывания горчицы сарептской. *Зерновое хозяйство*. 2004. № 7. С. 26–27.
64. Іщенко А. В. Вплив мінеральних добрив на продуктивність ярого ріпаку в умовах південного Степу. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2007. Вип. 4. С. 255–258.
65. Коломієць Н. М. Добрива під ріпак. *Пропозиція*. 2007. № 3. С. 40–44.
66. Кандроков З. Ж. Продуктивность и качество семян горчицы сарептской в зависимости от способов посева и минерального питания. *Современные наукоемкие технологии*. 2009. № 6. С. 24–26. URL: <http://www.toptechnologies.ru/ru/article/view?id=26463> (дата звернення: 24.10.2020 р.).
67. Каричковська Г. І. Вплив мінеральних добрив і мікроелементів на продуктивність і якість насіння ярого ріпаку: зб. наук. пр. Уманської с.-г. академії. Умань: УСГА, 1999. Вип. 53. С. 174–178.
68. Каричковська Г. І. Формування врожаю при вирощуванні ярого ріпаку на різних фонах азотного живлення: зб. наук. пр. Уманської с.-г. академії. Умань: УСГА, 2003. Вип. 57. С. 37–45.
69. Карпачев В. В. Рапс яровой. Основы селекции. Липецк, 2008. 236 с.
70. Кибаленко А. П. Бор в жизни и продуктивности растений. К.: Наукова думка, 1973. 220 с.
71. Кирейчев В. В. Продуктивность рыжика в зависимости от основных элементов технологии возделывания на черноземах Саратовского Правобережья: автореф. дисс. 06.01.09 – растениеводство, Саратов, 2007. 23 с.
72. Кириченко В. В., Костромитін В. М. Перспектива застосування сидеральних парів в Лісостепу України. Харків, 2007. 42 с.

73. Киселев М. В. Оценка некоторых видов сидератов семейства Капустные в условиях Северо-запада РФ : дис. ... кандидата с.-х. наук : 03.01.01. Санкт-Петербург, 2012. 221 с.

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

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

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

77. Ковалець О. Вплив мінеральних добрив та норми висіву на врожайність ріжю в умовах західного Лісостепу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету: Аграрія*. Львів. нац. аграр.ун-т. 2012. № 16. С.635–639.

78. Козленко О. М. Стабільність та пластичність олійних культур в умовах Правобережного Лісостепу: зб. наук. пр. ННЦ Інституту землеробства НААН. 2010. Вип 4. С.137–142.

79. Комарова І. Б., Лях В. О. Мінливість біометричних показників ріжю ярого. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН. 2009. № 14. С. 120–129.

80. Кормин В. П., Волков Е. Д. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество семян рапса и сурепицы. *Агротехника*. 1988. № 1. С. 40–46.

81. Крючков М. М., Смертенков И. В. Горчица белая и рапс, как важные элементы в биологизации земледелия: сб. трудов «Здоровая окружающая среда – основа безопасности регионов». Рязань, 2017. С. 228–331.

82. Кузнецов Р. Я. Рапс – высокоурожайная культура. Л.: Колос, 1975. 84 с.

83. Кузнецова Г. Н. Изучение некоторых элементов технологии возделывания рапса ярового в южной Лесостепи западной Сибири. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2010. Вып. 2. С. 94–96.

84. Культура Гірчиця чорна (особливості вирощування та зберігання). URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture/girchicya-chorna> (дата звернення: 5.09.2020 р.).

85. Лебедев В. Н., Воробейков Г. А., Ураев Г. А. Повышение продуктивности растений семейства капустных (*Brassicaceae* Burnett) при инокуляции семян бактериальными препаратами на основе ассоциативных штаммов. *Успехи современного естествознания*. 2017. № 5. С. 41–45. URL: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36452> (дата звернення: 11.08.2020 р).

86. Лимар А. О., Іщенко А. В. Оптимізація технології вирощування ярого ріпаку в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2009. Вип. 63. С. 25–30.

87. Лис Н. М., Куничак Г. І. Продуктивність ріпаку озимого за різних способів основного обробітку ґрунту та добрив у Передкарпатті: зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2007. Вип 1. С. 92–95.

88. Лихочвор А. М. Вплив добрив на формування продуктивності рижю. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2016. Вип. 3. С. 116–123.

89. Лихочвор А. М. Урожайність ярих олійних культур, якість їх олії, економічна ефективність вирощування в умовах Західного Лісостепу. *Sword журнал. Научний взгляд в будущее*. Одесса : Куприенко С. В, 2016. Вип .4. Том 9. С. 31–37.

90. Лихочвор В. В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів: Українські технології, 2008. 312 с.

91. Лихочвор В. В. Ріпак. Львів : НВФ «Українські технології», 2005. 88 с.

92. Лихочвор В. В. Ріпак озимий та ярий. Львів: НВФ Українські технології, 2002. 48 с.

93. Лошкомойников И. А., Пузиков А. Н., Кузнецова Г. Н. Рекомендации по возделыванию масличных культур в Омской области. Омск: Омскбланкиздат, 2006. 56 с.
94. Лошкомойников И. А., Кузнецова Г. Н. Технология возделывания ярового рыжика в Западной Сибири. *Кормопроизводство*. 2009. № 4. С. 24–27.
95. Перспективная ресурсосберегающая технология производства горчицы. Методические рекомендации / Лукомец В. М., Горлов С. Л., Тишков Н. М. и др. М., 2010. 55 с.
96. Лукомец В. М. Научное обеспечение производства масличных культур в России. Краснодар: ВНИИМК, 2006. 100 с.
97. Мазур В. О., Гомоній С. М., Попович Ю. В. Гірчиця: посібник. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2011. 32 с.
98. Малиновский В. И. Физиология растений. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2004. 105 с.
99. Мамырко Ю. В. Продуктивность льна масличного и горчицы в специализированном севообороте на выщелоченном черноземе Западного Предкавказья: дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.09. Краснодар, 2009. 186 с.
100. Оценка в северной Италии ярового рыжика как непродовольственной масличной культуры для многоцелевого использования / Мапелли С., Карузо И., Мартинелли Т., Печиа П. и др. *Нива Татарстана*. Казань, 2012. № 1. С. 21–24.
101. Масличные культуры для пищевого использования (проблемы селекции, сортимент): монография / Кутузова С. Н., Гаврикова В. А., Дубовская А. Г. и др. Санкт-Петербург: ВИР, 1998. 70 с.
102. Прахова Т. Я., Прахов В. А. Масличные культуры семейства Brassicaceae в условиях лесостепи Среднего Поволжья: монография. Пенза: РИО ПГАУ, 2018. 220 с.

103. Масличные растения семейства капустных – перспективное сырье для России / Лобанов В. Г., Минаков А. Д., Шульвинская И. В. и др. Известия ВУЗов. Пищевая технология, 2003. № 2–3. С. 24–26.

104. Махова Т. В., Поляков О. І. Врожайність льону олійного в умовах південного Степу України в залежності від строків сівби та норм висіву. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН. 2012. № 17. С. 116–120.

105. Мацков Ф. Ф. Влияние микроэлементов на важнейшие физиолого-биохимические процессы и продуктивность семенников овощных культур. Исследования по физиологии и биохимии растений: сб. науч. трудов ХСХИ. 1974. Т.194. С 39–55.

106. Медведев Г. А., Михальков Д. Е., Екатериничева Н. Г. Горчица. – Волгоград: Изд-во Волгоградского ГАУ, 2012. 152 с.

107. Медведчук В. Д. Особенности агротехники ярового рапса. Научно-технический бюллетень Красноярского НИИсх. Красноярск. 1990. Вып. 1. С. 20–30.

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

109. Мельник А. В., Жердецька С. В. Стан та перспективи вирощування гірчиці в світі та на Україні. *Вісник Сумського НАУ. Сер. Агронімія і біологія*. 2015. Вип. 3 (29). С. 166–169.

110. Рижій посівний як альтернатива ріпаку ярому для виробництва біодизеля. Наукові доповіді НУБіП / Мельничук М. Д., Демидась Г. І., Квітко Г. П., Свистунова І. В. 2012. 2(31). С. 1–9. URL: http://nd.nubip.edu.ua/2012_2/12dgi (дата звернення: 3.10.2020).

111. Митченко О. О. Формування ринку ріпака та продукції його переробки в Україні: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : спец. 08.07.02. К.: Інститут аграрної економіки УААН. 2002. 20 с.

112. Мікродобрива – спосіб досягти кращих врожаїв. URL: <http://himagro.com.ua/mikrodobriwa-sposib-dosyagti-krashhix-vrozha%D1%97v> (дата звернення: 4.11.2020).
113. Мікроелементи в сільському господарстві / ред. А. І.Фатєєва та С. Ю.Булигіна. Харків, 2001. 63 с.
114. Москва І. С., Гамаюнова В. В. Стан та перспективи вирощування рижю на півдні Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв. 2016. Вип. 1(88). С. 99–109.
115. Москва І. С., Гамаюнова В. В. Ефективність застосування регуляторів росту на врожайність рижю ярого сорту Степовий: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. 19–20 лист. 2015 р. Житомир: ЖНАЕУ. 2015. С. 83–86.
116. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин: підручник. Київ: Либідь, 2005. 808 с.
117. Най П. Х., Тинкер П. Б. Движение растворов в системе почва-растение. М.: Колос, 1980. 365 с.
118. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні: монографія / за ред. Я. М. Гадзало, В. Ф. Камінського. К.: Аграрна наука, 2016. 592 с.
119. Науково обґрунтована система ведення сільського господарства в Лісостепу УРСР. Київ: Урожай, 1974. 478 с.
120. Наумкин В. П. Проявления количественных признаков рыжика ярового при разных сроках сева. *Науково-технічний бюлетень інституту олійних культур УААН*. 2009. № 1. С. 183–187.
121. Наумкин В. П., Велкова Н. И. Возделывание горчицы белой (*Sinapisalba* L.) в условиях ЦЧР: монографія. Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2009. 308 с.
122. Ноженко Т. В. Изучение биологии цветения и маслообразования ярового рыжика в условиях южной Лесостепи Западной Сибири. *Вестник Омского ГАУ*. 2003. № 2. С. 23–24.

123. Носенко Ю. Рижій чи ріпак ? AGROEXPERT, 2014. № 3. С. 32–35.
124. Оксимець О. Л. Вплив добрив та строків сівби на вміст олії в насінні гірчиці білої: матеріали наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів «Новітні технології виробництва конкурентоспроможної продукції рослинництва». Чабани: Інститут землеробства УААН, 2005. С. 69–70.
125. Оксимець О. Л., В. І. Ларіна. Вплив добрив та строків сівби на ріст гірчиці білої: зб. наук. праць Інституту землеробства УААН. К.: ЕКМО, 2003. Вип. 4. С. 87–91.
126. Оксимець О. Л. Продуктивність гірчиці білої залежно від технологічних прийомів вирощування в Лісостепу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09. Київ, 2007. 18 с.
127. Олійні культури в Україні / Гаврилюк М. М., Салатенко В. Н., Чехов А. В. та ін. К.: Основа, 2008. 420с.
128. Олійно-жировий комплекс України. URL: <http://www.radakmu.org.ua/file> (дата звернення: 6.10.2020).
129. Особливості технології вирощування ярого ріпаку. Посібник українського хлібороба / Абрамик М. І., Стельмах О. М., Мойсей С. І. та ін. 2013. С. 282–284
130. Пашкова В. Н. Масляная трава. *Уральские нивы*. 1990. № 12. С. 11.
131. Пейве Я. В. Микроэлементы и ферменты. Рига: Изд-во АН Латвийской ССР, 1960. 136 с.
132. Петербургский А. В. Агрохимия и физиология питания растений. М.: Россельхозиздат, 1981. 184 с.
133. Пикун О. А. Влияние сроков сева на урожайность и посевные качества семян горчицы белой. *Зерно*. 2010. № 3. С. 26–27.
134. Плотников В. Н. Влияние норм высева и удобрений на урожайность, нектарообразование и качество семян районированных сортов горчицы на каштановых почвах Волгоградской области: дис. канд. с.-х. наук. Волгоград, 1995. 166 с.

135. Поляков О. І., Нікітенко О. В. Формування врожайності ріпаку ярого в залежності від агроприйомів вирощування. Науково-технічний бюлетень інституту олійних культур УААН. 2012. № 17. С. 134–138.

136. Поляков О., Комарова І. Рижій – альтернативна олійна культура. *Пропозиція нова*. 2013. № 2. С.36–38.

137. Прахова Т. Я. Рыжик посевной *Camelina sativa* (L.) Crantz): монографія. Пенза: РИО ПГСХА, 2013. 209 с.

138. Пророченко Т. І. Олійність насіння ріпаку ярого залежно від різних форм азотних добрив. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 269. С. 61–66.

139. Пылов А. Увеличить производство и заготовки семян горчицы. *Степные просторы*. 1973. № 2. С. 11–12.

140. Радченко В. И. Влияние минеральных удобрений на формирование урожая горчицы сарептской на обыкновенном черноземе: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Ставрополь. 2004. 23 с.

141. Фізіологічні та морфологічні характеристики нових форм та сортів рижію ярого (*Camelina sativa*). *Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів* / Рахметов Д. Б., Рахметова С. О., Бойчук Ю. М., Ємець А. І. 2014. Том 12. № 1. С. 65–77.

142. Рацкевич С. Н. Фотосинтетическая продуктивность растений при действии некорневых подкормок. *Химизация сельского хозяйства*. 1978. № 9. С.59–60.

143. Рекомендації по вирощуванню ріпаку / Чехов А. В., Аксьонов І. В., Поляков О. І., Журавель В. М. та ін. Запоріжжя : ІОК НААН, 2012. 20 с.

144. Рензьева Т. В. Белковые продукты из жмыхов рапса и рыжика: получение, качество, биологическая ценность. *Достижение науки и техники АПК*. 2009. № 4. С. 70–72.

145. Рижій, сафлор, кунжут. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури) / Шевченко І. А., Поляков О. І., Ведмедєва

К. В., Комарова І. Б. Інститут олійних культур НААН. Запоріжжя : СТАТУС, 2017. 40 с.

146. Ріпак – культура великих можливостей: навч. посіб. / Гайдаш В. Д., Ковальчук Г. М., Демянчук Г. Т., Шестопаць М. І. Івано-Франківськ: Карпати, 1986. 212 с.

147. Ріпак / Гайдаш В. Д., Климчук М. М., Макар М. М. та ін; за ред. В. Д. Гайдаша. Івано-Франківськ: Сіверія ЛТД, 1998. 224 с.

148. Ріпак. Біологічні особливості та технологія вирощування ріпаку URL: <http://agroua.net/plant/catalog/cg-5/c-19/info/cag-244/> (дата звернення: 8.08.2020).

149. Ріпак. Захист ріпаку від хвороб та шкідливих організмів – Агросфера. URL: <http://www.agroua.net/.../catalog/cg-5/c-19/info/cag-244> (дата звернення: 27.10.2020).

150. Ріпак ярий: навч. посіб. / Абрамик М. І., Гайдаш В. Д., Гуринович С. Й. та ін. Івано-Франківськ: Ярець, 2003. 82 с.

151. Рожкован В., Комарова І. Ранній посів рижю та його швидке дозрівання дають змогу вирощувати на одному полі впродовж року дві культури. *Зерно і хліб*. 2013. № 4. С. 53–55.

152. Рослинництво з основами технології переробки: Практикум: навч. пос. / за ред. А. В. Мельника, В. І. Троценка та ін. Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. 384 с.

153. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Івашук П. В., Корнійчук О. В. Львів : НВФ «Українські технології», 2010. 1085 с.

154. Ртищев А. А. Зависимость урожайности и биохимического состава семян масличных культур от норм высева: зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2012. Вип. 14. С. 333–336.

155. Рудаков О. Б. Рыжиковое масло – состав и свойства. *Масла и жиры*. 2005. № 1. С. 13.

156. Ручка В. О. Вплив строків посіву та норм висіву на урожайність та якість насіння нових сортів льону олійного селекції ІОК «Айсберг» і «Орфей». Науково-технічний бюлетень інституту олійних культур НААН, 2012. № 17. 2012 С.139–143.

157. Рыжик – перспективная масличная культура для производства биодизельного топлива / Гаврилова В. А., Конькова Н. Г., Нагорнов С. А., Романцова С. В. *Агро XXI*. 2013. № 1–3. С.43–44.

158. Самойленко И., Рахметов Д. Рыжей – альтернативная масличная культура. *Зерно*. 2012. № 2. С. 52–56.

159. Семенова Е. Ф., Буянкин В. И., Тарасов А. С. Масличный рыжик: биология, технология, эффективность. Волгоград: ВолГУ, 2007. 82 с.

160. Семенова Е. Ф., Прахова Т. Я. Кормовая ценность рыжиковых жмыха и шрота. *Проблемы АПК и пути их решения*: сб. материалов. Пенза, 2003. С. 178–180.

161. Серединський С. М. Брошак І. С. Критерії відбору сидеральних культур для Західного Лісостепу. *Агроекологічний журнал*. Київ, 2007. 96 с.

162. Сидоров Е. А., Уханов А. П., Зеленина О. Н. Оценка жирнокислотного состава растительных масел и дизельных смесевых топлив на основе рыжика, сурепицы и льна масличного. *Известия Самарской ГСХА*. 2013. № 3. С. 49–54.

163. Система удобрення сільськогосподарських культур у землеробстві початку ХХІ століття / за ред. С. А. Балюка, М. М. Мірошніченка. К.: Альфа-стевія, 2016. 400 с.

164. Смирнов А. А., Беляк В. Б., Семенова А. Ф. Методические рекомендации по возделыванию и семеноводству рыжика. М. : 2004. 40 с.

165. Основы технологии возделывания рыжика посевного. Практические рекомендации / Смирнов А. А., Прахова Т. Я., Плужникова И. И., Вельмисева Л. Е. и др. Пенза, 2013. 32 с.

166. Сорти, гібриди олійних культур, насінництво, технологія вирощування: НУБІП / за ред. І. Д. Ситніка. Київ: Тов Рапсоіл, 2011. 103 с.

167. Станкевич С. Чи є альтернатива ріпаку? *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 13. С. 46–48.
168. Стельмах О., Мойсей С., Максимів Т. Продуктивність ріпаку ярого за різних технологій вирощування. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер. Агрономія*. 2013. № 17(2). С. 92–97. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2013_17\(2\)__20](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2013_17(2)__20) (дата звернення: 14.09.2020).
169. Технология применения биопрепаратов «AgroBioStim» при выращивании рапса. Рекомендації фірми «AgroBioStim». Киев, 2006. 12 с.
170. Токарчук Д. М. Сучасний стан, ефективність та перспективи виробництва ріпаку в ЄС та в Україні. *Агросвіт*. 2015. № 13. С. 19–23.
171. Томашова О. Л. Вирощування гірчиці білої на півдні України. Наук. пр. півден. філ. НУБІП України. *Кримський агротехнологічний університет. Сільськогосподарські науки*. Вип. 130. Сімферополь. 2010 С. 164–168.
172. Устарханова Э. Г. Продуктивность ярового рапса в условиях юго-восточной зоны Кубани: сборник тезисов 3-й Международной научной конференции молодых ученых. 2006. С. 72–73.
173. Фирсов Ф.Ф. Горчица. Волгоград, 1954. 121 с.
174. 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.
175. Хмелянчишин Ю. Передзбиральне зволоження посіву як засіб запобігання втрат насіння ріпаку від осипання. Наукові доповіді НУБіП 2011. № 6(28). С.1–8. URL: http://nd.nubip.edu.ua/2011_6/11huv.pdf (дата звернення: 18.10.2020).
176. Хоменко А. Д. Серное питание и продуктивность растений. Київ: Наукова думка, 1983. С. 3–29.
177. Христенко А., Мірошніченко М., Круподеря Ю. Забезпеченість ґрунтів України доступними рослинам формами елементів живлення

Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. URL: <https://propozitsiya.com/ua/zabezpechenist-gruntiv-ukrayini-dostupnimi-roslinam-formami-elementiv-zhivlennya> (дата звернення: 16.11.2020).

178. Цинк. Системний підхід у мінеральному живленні рослин. URL: <https://www.agroone.info/agro-1/agro1-21/> (дата звернення 10.11.2020).

179. Тимченко Т. Нові стратегії ринку олійних культур. *Агробізнес сьогодні*. 2013. № 20. С. 26.

180. Шевцова Л. П., Шьурова Н. А., Каленюк А. В. Агробиологические особенности и продуктивность традиционных и редких видов масличных культур в засушливом Поволжье. *Нива Поволжья*. 2008. № 4 (9). С. 36–39.

181. Шіхерт А. Ріпак: Особливості збирання, сушіння та зберігання врожаю. *Пропозиція*. 2004. № 7. С. 56–57.

182. Школьник М. Я., Сааков В. С. Влияние микроэлементов на интенсивность фотосинтеза и передвижение ассимилянтов. *Физиология растений*. 1964. Т. 11, №. 5. С. 783–787 с.

183. Шпаар Д. Рапс и сурепица: выращивание, уборка, хранение и использование. К. : Зерно, 2012. 368 с.

184. Шпаар Д., Гинапп Х., Щербаков В. Яровые масличные культуры. Минск : ФУАинформ. 1999. 288 с.

185. Шпаар Д., Маковски Н., Захаренко В. Рапс. Минск : ФУАинформ, 1999. 208 с.

186. Штейник. Р. Рыжик является единственной культурой, которая не наносит вреда земле и экологии. *АПК-информ*. 2016. № 12. С. 61–64.

187. Шувар І. Родючість ґрунту. *Агробізнес сьогодні*. 2012. № 8 (231). URL: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/1022-rodichist-gruntu.html> (дата звернення: 7.12.2020).

188. Ягодин Б. Я., Жуков Ю. И., Кобзаренко В. В. Агрохимия. М.: Колос, 2002. 584 с.

189. Яковлева А. В., Бойченко С. В. Застосування біопалива для повітряно-реактивних двигунів з метою покращення їх економічних характеристик. *Авиационно-космическая техника и технология*. 2012. № 7. С. 60–64.
190. Ян Л. В. Особенности агротехники ярового рапса на серой лесной почве. *Кормопроизводство*. 1999. № 5. С. 22–26.
191. Янович В. П., Маколкіна О. В. Економічна ефективність вирощування ріпаку для виробництва біопалива: зб. наук. пр. Вінницького НАУ. 2011. № 1 (48). С. 217–221.
192. Abraham V., Bhata C.R. Development of strains with yellow seedcoat in Indian mustard (*Brassica juncea* Czern a Coss). *Plant Breed.* 1986. V. 97. P. 86–88.
193. Bansal, S., Durrett. T.P. Camelina sativa: An ideal platform for the metabolic engineering and field production of industrial lipids. *Biochimie*. 2016. № 120. P.9–16. URL: doi:10.1016/j.biochi.2015.06.009.
194. Beese G. Erfahrungeamitdem Anbau von Sareptasenf in der DDR / G. Beese. *Feldwirtschaft*. 1989. № 12. P.556–558.
195. Beese G. Zum Anbauvon Sareptasenf in der DDR. *Feldwirtschaft*. 1988. № 6. P. 280–282.
196. Bohme H., Flachowsky G. Zur Eignung von Leindotter pressku chenals Futtermittel fur Schweine, Wiederkauer und Geflugel. *Landbauforsch. Volkenrode*, 2005. Vol. 55. № 3. P. 157–162.
197. Crowley J.G., Frühlich A. Factors affecting the composition and use of camelina. A Teagasc publication. Crops Research Centre, Oak Park, Carlow. Ireland. 1998. P. 1–12.
198. Dietrich Werner, William E. Newton. Nitrogen Fixation in Agriculture, Forestry, Ecology, and the Environmen: nitrogen Fixation. Origins, Applikations, and Research Progress. Dordrecht, 2005. 348 p.

199. Dongale J. Response of mustard to irrigation and fertilizer on lateritic soil in Konken / J.H. Dongale, B.P. Patil, S.S. Prabhudesai, S.S. Chavan. *Fertil. News*. 1990. № 13. P. 23–25.
200. Ehrensing D. T., Guy S. O. Camelina. Oilseed Crops. Oregon State university. EM 8953-E. January 2008. P. 1–7.
201. False fl ax (Camelina sativa L.) as an alternative source for biodiesel production. / [Danutė Karčauskienė, Eglė Sendžikienė, Violeta Makarevičienė, Ernestas Zaleckas, Regina Repšienė]. - Journal article: *Žemdirbystė (Agriculture)*. 2014. Vol. 101. № 2. P.161–168.
202. Fleenor, Richard A.. Plant Guide for Camelina (Camelina sativa). USDA-Natural Resources Conservation Service, Spokane. 2011. S.1–4. URL: https://plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg_casa2.pdf .
203. Fröhlich, A., Rice B. Evaluation of Camelina sativa oil as a feedstock for biodiesel production. *Ind. Crops Prod.* 2005. № 21. P.25–31.
204. Giri G. Effect of preceding season cultural practices on mustard (Brassica juncea) under semi-arid reintered conditions of northwest India / G. Giri, G. Saran. / *J. agr. Sc.* 1985. № 11. P. 9–10.
205. Jiang Y., Caldwell C.D. Effect of nitrogen fertilization on camelina seed yield, yield components, and downy mildew infection. *Canadian Journal of Plant Science*. 2016. № 96. P. 17–26.
206. Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace elements in soils and plants. CRC Press, 2011. 534 p.
207. Karčauskienė D., Sendžikienė E., Makarevičienė V., Zaleckas E., Repšienė R., Ambrazaitienė D. False flax (Camelina sativa L.) as an alternative source for biodiesel production. *Zemdirbyste Agriculture*. 2014. Vol. 101. № 2. P. 161–168.
208. Khan N.A. Puridohine augments growth, uield and gualitu of mustard through efficient utilization of soil-applied NP-fertilizers. *Acta agron. hung.* 1991. Vol. 40. № I. P.111–116.

209. Koncius D., Karcauskiene D. The effect of nitrogen fertilizers: sowing time and seed rate on the productivity of *Camelina sativa*. *Zemdirbyste Agric.* 2010. №4(97). P.37–46.
210. Košir I. J. Lucosinulates content in camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz) seeds and oilcakes with regard to production location. *Hmeljarski bilten / Hop Bulletin*. 2013. № 20. P.82–88.
211. Lilija Borovko The influence of nitrogen and potassium fertilization and of the use of growth regulators on yield and seed quality of spring oilseed rape in Latvia conditions. *Rośliny oleiste – oilseed crops*. 2008. T. XXIX P. 105–112.
212. Mamun F., MH Ali, Chowdhury I.F., Hasanuzzaman M., Matin M.A. Performance of rapeseed and mustard varieties grown under different plant density. *Scientia Agriculture*. 2014. V. 4 (2). P. 70–75.
213. Moore M. *Camelina sativa* comes in the cold. *Furrow*. 1994. № 99. P.20–21.
214. Musnicki C. Lnicznik siewny lnianka albo rydz to ta sama roślina *Top Agrar Polska*. 2007. № 4. 6 p.
215. Obour K., Sintim Y., Obeng E., Jeliaskov D. Oilseed *Camelina* (*Camelina sativa* L Crantz): Production Systems, Prospects and Challenges in the USA Great Plains. *Adv Plants Agric Res* 2(2). 2015. P.1–10. 00043. DOI: URL: 10.15406/apar.2015.02.00043.
216. Putnam D. N., Budin J. T. *Camelina: apromising low – input oilseed. and Commercialization*. John Wiley and Sons, Inc. New York, USA. 1993. P. 314–322.
217. Reddy B. N. P utilization by mustard fertilized with N and P under different moisture regimes / B. N. Reddy, M. N. Sinha, R. K. Rai // *J. nuct. Agr. Biol.* – 1988. № 1. P. 6–8.
218. Richard J., Roseberg and Rachel A. Bentley. Growth, Seed Yield, and Oil Production of Spring *Camelina sativa* in Response to Irrigation Rate and Harvest Method, in the Klamath Basin. *Agronomy Research in the Klamath Basin Annual Report*. 2011. P.1–8. URL:

http://oregonstate.edu/dept/kbrec/sites/default/files/growth_seed_yield_and_oil_production_of_spring_camelina_sativa_in_response_to_irrigation_rate_and_harvest_method_in_the_klamath_basin_2011.pdf.

219. Robinson R. G. Camelina: A useful research crop and a potential oilseed crop. Minnesota Agricultural Experiment Station, University of Minnesota. 1987. Bulletin 579. P. 1 –12.

220. Schroth G., Sinclair F. L. Trees Crops and Soil Fertility: Concepts and Research Methods. Bristol: CABI Publishing, 2003. 437 p.

221. Singh R., Tiwari U. Effect of nitrogen and sulphur on yield and nutrient uptake by wheat. *J. Indian. Doc. Soil. Sc.* 1987. №. 35. P. 152–154.

222. Stoytcheva M., Zlatev R. Agricultural Chemistry. InTech. 2013. 222 p.

223. Stratton A., Keeney D. Camelina sativa. IATP Rural Communities Program. Institute for Agriculture and Trade Policy, 2007. P. 1–2. URL: https://www.iatp.org/files/258_2_97279.pdf.

224. Syers J. K., Johnston A. E., Curtin D. Efficiency of soil and fertilizer phosphorus use. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2008. 108 pp.

225. Takuji Ohyama, Norikuni Ohtake, Kuni Sueyoshi. Nitrogen Fixation and Metabolism in Soybean Plants. Nova Science Publishers, Inc. New York : Nova Science Publishers, Inc, 2009. 131 p.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові дослідження були проведені на дослідному полі ННВК (навчально-науково-виробничого комплексу) Сумського національного аграрного університету упродовж 2016–2018 рр. України. Дослідні ділянки Сумського НАУ знаходяться в межах м. Суми (50°52.742N широта, 34°46.159E Довгота та 137,7 м над рівнем моря) і належить до північно-східної частині Лісостепу.

Науково-дослідна робота виконана за завданнями тематичних планів та в рамках державних наукових тем: Сумського національного аграрного університету «Оптимізація елементів технології вирощування гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України», державний реєстраційний номер 0115U001051 та «Агробіологічні особливості вирощування ріпаку в умовах північно-східного Лісостепу України», державний реєстраційний номер 0117U006535.

Основні елементи досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджені в господарствах Сумської та Полтавської областей, зокрема в ФГ «Захарченко» та ТОВ «Полтава-Сад» на загальній площі 80 га.

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень

Зона північно-східного Лісостепу сприятлива для нормального росту та розвитку ярих рослин. Зокрема, висока родючість ґрунтів, їх задовільна водо- та повітропроникність, достатня кількість опадів і температурний режим. Характеристика ґрунту – чорнозем типовий глибокосередньо-гумусовий крупнопилувато-середньосуглинковий на лесових породах. Вміст гумусу за Тюрнімом 4,1–4,5 %; рН сольове 6,0–6,2. Вміст легкогідролізованого азоту за Корнфілдом – 120 мг/кг, рухомих сполук P₂O₅ і K₂O за Чириковим – 202 мг/кг та 85 мг/кг відповідно. Безпосередньо на дослідній ділянці було проведено відбір ґрунту та здійснено його агрохімічний аналіз.

Клімат північно-східного Лісостепу України – помірно-континентальний. Початок зими – з середини листопаду. Погода в цей період мінлива, морози змінюються потепленням, 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 змінюватися короткостроковою відлигою. При цьому температура повітря може підвищитися до +4, +5° тепла, а сніг на полях може зникнути зовсім. З кінця березня фіксують початок весни. Початок літа в зоні припадає на середину травня. Літо помірно тепле. Найтепліший місяць – липень. Його середньодобова температура на півночі +18,6 °С, на півдні +20°С. Влітку температура повітря може піднятися до +32 °С, +37 °С.

Середньорічна кількість опадів по області коливається у межах 510–590 мм, більше половини опадів (близько 60 %) випадає в теплу пору року. Найбільше дощів спостерігається в липні (60–80 мм), менше всього опадів випадає в лютому (25–30 мм).

Отже, для північно-східного Лісостепу України характерні такі несприятливі кліматичні явища: засухи, суховії, шквалисті вітри, ожеледиця тощо. Найбільш небезпечним явищем є засухи. Великої шкоди завдають приморозки навесні – ранкове і вечірнє зниження температури повітря нижче 0 °С за позитивних температур вдень.

2.2. Погодні умови в роки проведення досліджень

У наших дослідженнях використовували дані метеорологічного пункту при Інституті сільського господарства Північного Сходу НААН України с. Сад, що знаходиться за 7 км від дослідного поля.

Температура повітря у 2016 році в середньому за період вегетації перебільшила багаторічні показники на 2,2 °С. Найбільше підвищення температури спостерігали у квітні та липні, що перевищило багаторічні

показники на $3,0^{\circ}\text{C}$ (рис. 2.1). За період вегетації (квітень–серпень) сума ефективних температур вище $+5^{\circ}\text{C}$ становила $2854,4^{\circ}\text{C}$, сума активних температур понад 10°C – $2793,0^{\circ}\text{C}$, а сума опадів $445,8$ мм.

За період вегетації 2017 року температура повітря у середньому перевищила багаторічні показники на $1,04^{\circ}\text{C}$. У травні температура повітря була меншою від середньорічних показників на $0,6^{\circ}\text{C}$, тоді як у серпні вона перебільшила на $3,9^{\circ}\text{C}$. За період вегетації (квітень–серпень) сума ефективних температур вище $+5^{\circ}\text{C}$ становила $2668,2^{\circ}\text{C}$, сума активних температур понад 10°C – $2491,0^{\circ}\text{C}$, а сума опадів $148,0$ мм.

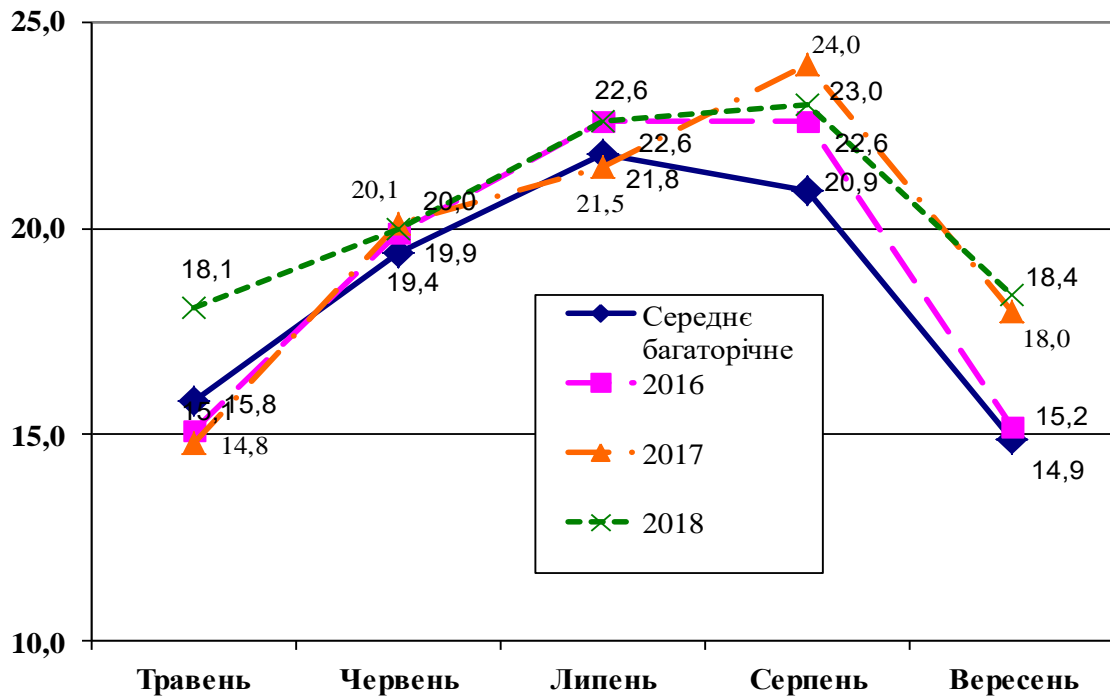


Рис. 2.1. Відхилення від середніх багаторічних температур повітря за 2016–2018 рр.

За період вегетації 2018 року температура повітря була більшою у середньому на $3,0^{\circ}\text{C}$. Найбільше температура повітря перебільшила багаторічні показники у травні та серпні на $4,2$ та $3,2^{\circ}\text{C}$ відповідно.

За кількістю опадів період вегетації 2016 року відрізнявся перенасиченням навесні, що перевищило середні багаторічні показники на у

квітні на 18,0 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 (рис. 2.2).

За аналізом погодних умов періоду вегетації 2017 року було виявлено, що рік був з недостатньою кількістю опадів. 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, лише у липні кількість опадів перевищила середньорічні показники на 1,7 мм.

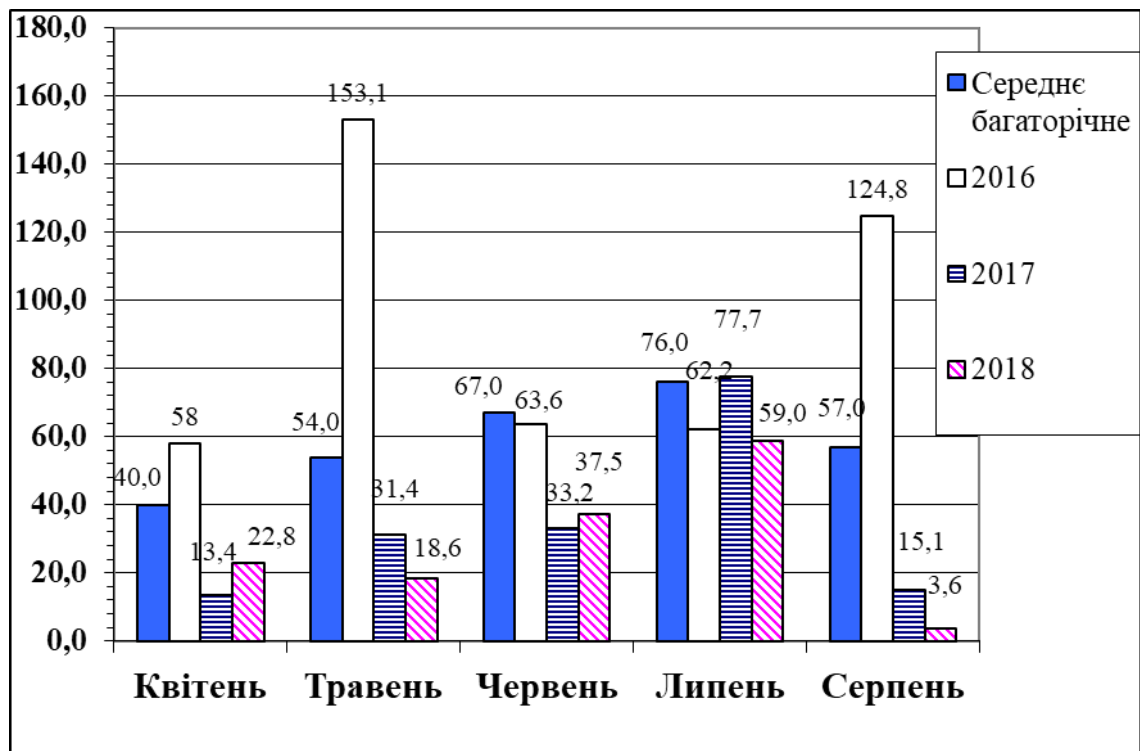


Рис. 2.2. Середньомісячна кількість опадів у роки проведення досліджень за 2016–2018 рр.

У літній період 2018 року спостерігали недостатню кількість опадів за всіма місяцями. У червні та липні опадів випало менше на 29,5 мм та 17,0 мм відповідно. Найбільший дефіцит вологи фіксували у серпні – 3,6 мм, що менше від середньорічних показників на 53,4 мм.

Сучасна методика характеристики погодних умов та їх мінливості передбачає використання коефіцієнта K_c , який є показником суттєвості відхилень поточного значення від середнього багаторічного значення [1].

Коефіцієнти суттєвості відхилень (K_c) розраховали за формулою

$$K_c = \frac{(X_i - \bar{X})}{\sigma}, \text{ де}$$

K_c – коефіцієнт суттєвості відхилень;

X_i – елементи поточної погоди;

\bar{X} – показник середньої багаторічної величини;

σ – середнє квадратичне відхилення.

Рівень коефіцієнтів суттєвості відхилень відповідає градації:

$K_c = 0-1$ – умови, близькі до звичайних;

$K_c = 1-2$ – умови, що сильно відрізняються від середніх багаторічних;

$K_c > 2$ – умови, наближені до рідких.

Аналіз розрахунку коефіцієнта суттєвості відхилень погодних умов показав, що вони відрізнялись від середніх багаторічних показників. Результати розрахунку за вегетаційний період досліджуваних років наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

**Коефіцієнти суттєвості відхилень кількості опадів
від середніх багаторічних в умовах ННВК СНАУ
(квітень – серпень, 2016–2018 рр.)**

Опади	Середнє багаторічне, мм	S	Середнє за місяцями, мм	Рік		
				2016	2017	2018
Квітень	40	21,0	31,4	0,9	-1,3	-0,8
Травень	54	62,1	67,7	1,6	-0,4	-0,6
Червень	67	26,0	44,8	-0,1	-1,3	-1,1
Липень	76	12,7	66,3	-1,1	0,1	-1,3
Серпень	57	55,4	47,8	1,2	-0,8	-1,0
Сума за вегетацію	294	177,2	258	1,1	-0,8	-1,0

За результатами розрахунків було виявлено, що 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 сильно відрізнялися від середніх багаторічних ($K_c=-1,0$). Найбільшим дефіцитом вологи характеризувалися липень ($K_c=-1,3$) та серпень ($K_c=-1,0$).

2.3. Об'єкт, схема та методика проведення досліджень

Дослідну складову щодо встановлення впливу комплексного внесення добрив (під передпосівну культивуацію та позакоревого підживлення) на продуктивність олійних рослин родини *Brassicaceae* в умовах північно-східного Лісостепу України проводили шляхом польових та лабораторних досліджень на базі ННВК Сумського НАУ в 2016–2019 рр.

Об'єкт дослідження – процес оптимізації формування продуктивності олійних рослин родини *Brassicaceae* (гірчиця сиза, гірчиця біла, гірчиця чорна, ріпак ярий) залежно від видових особливостей, комплексного внесення добрив (під передпосівну культивуацію і позакоревого підживлення) та погодних умов.

Предмет дослідження – гірчиця сиза (*Brassica juncea L*) сорт Пріма; гірчиця біла (*Sinapis alba L*) сорт Ослава; гірчиця чорна (*Brassica nigra Koch*) сорт Софія; ріпак ярий (*Brassica napus L*) гібрид Мірко КС; норми мінеральних добрив та види добрив для позакореневого підживлення, погодні умови, економічна та енергетична ефективність досліджуваних елементів технології вирощування.

Сорт Ослава. Оригігатор – Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. 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: олія – 26–28 %, сирого протеїну – 28–30 %. Рекомендована зона вирощування – Полісся, Лісостеп і Степ[3].

Сорт Пріма. Тривалість періоду вегетації – 90 діб. Висота рослин – 125–185 см (залежно від погодних умов). Маса 1 000 насінин – 3,1 г. Вміст олії у насінні – 43 %. Вміст ефірної (алілової) олії – 0,9 %. Потенційна врожайність – 2,8 т/га. Сорт гірчиці сизої безерукового напрямку, вміст ерукової кислоти – 0,0–1,0 %, призначений для одержання харчової олії та гірничного порошку. Сорт стійкий проти вилягання рослин та осипання насіння, середньостійкий проти хвороб та шкідників. Технологічний, придатний для механізованого вирощування. Рекомендовано для вирощування в Степовій та Лісостеповій зонах України. Має чітку морфологічну ознаку – сильний восковий наліт на листках та стеблах рослин. Сорт зареєстрований у Державному реєстрі сортів, придатних до поширення в Україні, у 2014 році [3].

Сорт Софія. Сорт створено методом індивідуально-родинного відбору з місцевих популяцій зони Прикарпаття. Урожайність насіння 1,8–1,9 т/га. Діб до збиральної стиглості 100–105. Висота рослини 110–140 см. Маса 1 000 насінин 3,2–3,3 г. Вміст олії 26–28 %. Вміст ерукової кислоти 7–8 %. Напрямок використання – харчовий, технічний. Сорт відносно стійкий до вилягання, осипання, посухи. Ураження хворобами та пошкодження шкідниками на

рівні 8–9 балів. Рекомендований для вирощування в зонах Лісостепу та Полісся. Сорт занесений до Реєстру сортів рослин України в 2006 році [3].

Гібрид Мірко КС. Високоврожайний гібрид німецької селекції. Оригінатор ТОВ «Байер». Гібрид поєднує в собі ранню стиглість, високу врожайність і високу придатність до вирощування в умовах мінімального обробітку ґрунту. Завдяки швидкому розвитку рослин на ранніх стадіях гібрид добре придатний для пізніх строків посіву. Невисокі рослини (100–120 см) полегшують та прискорюють збір урожаю. Має високу олійність насіння, яка досягає 43–45 %. Висота рослин може сягати 130 см. Сорт характеризується швидким проростанням, доброю розвиненістю куща, дружністю бутонізації, цвітіння і дозрівання, великою кількістю стручків. Рік реєстрації – 2010 [3].

За темою дисертаційної роботи проведено **4 польових досліді.**

Дослід 1. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на продуктивність гірчиці сизої.

Схема досліді. Фактор А – гірчиця сиза сорт Пріма – 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 В – позакореневе підживлення рослин: контроль (без добрив); Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га); Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га); Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

Параметри досліді 1: $l_a = 4$, $l_e = 4$; $n=4$, площа облікової ділянки 15 м². Ділянки розміщені методом організованих повторень у чотири яруси.

Дослід 2. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на продуктивність гірчиці білої.

Схема досліді. Фактор А – гірчиця біла сорт Ослава – 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 В – позакореневе підживлення рослин: контроль (без добрив); Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га); Вуксал борон (3,0 л/га) +

Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га); Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

Параметри дослід 2: $l_a = 4$, $l_b = 4$; $n=4$, площа облікової ділянки 15 м². Ділянки розміщені методом організованих повторень у чотири яруси.

Дослід 3. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на продуктивність гірчиці білої.

Схема дослід 3. Фактор А – гірчиця чорна сорт Софія – норми мінеральних добрив: контроль (без добрив); N₃₀P₃₀K₃₀; N₆₀P₆₀K₆₀; N₉₀P₉₀K₉₀; фактор В – позакореневе підживлення рослин: контроль (без добрив); Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га); Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га); Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

Параметри дослід 3: $l_a = 4$, $l_b = 4$; $n=4$, площа облікової ділянки 15 м². Ділянки розміщені методом організованих повторень у чотири яруси.

Дослід 4. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на продуктивність ріпаку ярого.

Схема дослід 4. Фактор А – ріпак ярий гібрида мірко – норми мінеральних добрив: контроль (без добрив); N₃₀P₃₀K₃₀; N₆₀P₆₀K₆₀; N₉₀P₉₀K₉₀; фактор В – позакореневе підживлення рослин: контроль (без добрив); Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га); Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га); Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

Параметри дослід 4: $l_a = 4$, $l_b = 4$; $n=4$, площа облікової ділянки 15 м². Ділянки розміщені методом організованих повторень у чотири яруси.

Під час проведення досліджень технології вирощування гірчиці та ріпаку були загальноприйнятими для зони досліджень, окрім елементів, що вивчались [4, 5]. Попередник – зернові колосові. Спосіб сівби – рядковий з міжряддям 15 см. Норма висіву 1,5 млн шт. насінин на га.

Сходи гірчиці та ріпаку ярого проти капустяних блішок обприскували Фастаком, 10 % к. е. (0,1–0,15 л/га), а ріпакового листоїда, гусениць

капустяного білана – Децисом (Штефесином, 0,3 л/га), або Ф'юрі (0,1 л/га) [6]. Для боротьби з бур'янами застосовують глісол (4–6 кг/га) або бутізан 400 (1,75–2,5 кг/га) [7].

Полеві досліді проводились згідно з Методикою польового досліді за Доспеховим та Мойсенченко [8, 9]. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин олійних рослин родини *Brassicaceae* проводили відповідно до «Методики Державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [10]. Виміри проводили за настання фаз розвитку: розетка, бутонізація, повне цвітіння, утворення стручків.

Визначення динаміки лінійного росту проводили на попередньо маркованих рослинах.

Визначення площі листків олійних рослин родини *Brassicaceae* проводили методом «висічок» [11], який базується на визначенні площі і маси 50 висічок, а також маси листкової поверхні всієї проби у лабораторних умовах на зрізаних рослинах і подальших розрахунків за формулою

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

S – загальна площа листків, см²;

S_1 – 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 Ничипорович [11] за фазами розвитку рослин діленням приросту фітомаси за певний проміжок часу на середню площу листків за формулою

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

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

V_1 і V_2 – вага сухої речовини з 1 м^2 посіву на початку і в кінці облікового періоду, $\text{г}/\text{м}^2$;

L_1 і L_2 – площа листкової поверхні за цей період, м^2 ;

T – тривалість облікового періоду, діб.

Розрахунок фотосинтетичного потенціалу культури проводили за формулою: $\text{ФП} = ((L_1 + L_2) \times n_1 + (L_2 + L_3) \times n_2 + \dots + (L_{n-1} - L_n) \times n_n) / 2$; де

ФП – фотосинтетичний потенціал, м^2 діб/га;

L_n – площа листкової поверхні у відповідний період, $\text{м}^2/\text{га}$;

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 [12]. Лабораторну схожість, масу 1000 насінин – згідно з ДСТУ 4138-2002 [13]. Облік урожаю проводили суцільно з кожної облікової ділянки.

Елементи структури врожаю визначали за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [10]. Для визначення структури врожаю і хімічного аналізу насіння олійних рослин родини *Brassicaceae* з кожного варіанта дослідження відбирали по два модельні снопи, які містили типові для варіанта рослини, і висушували їх до повітряно-сухого стану. При цьому підраховували кількість плодівих 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». Збирання культури проводили подільночно прямим комбайнуванням Massey Ferguson 307 у період, коли колір основного стебла та стручків був жовтим, а листя обпало, з одночасним зважуванням насіння за варіантами дослідження і відбором зразків для визначення вологості та чистоти. Урожай доводили до 100 % чистоти та 10 % вологості насіння. Вміст олії встановлювали на інфрачервоному аналізаторі SupNir 2750 [14]. Статистичний аналіз результатів досліджень

проводили за допомогою дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізу з використанням комп'ютерних програм Exell, Statistica – 11 [15, 16].

Економічну оцінку досліджуваних факторів проводили за методикою визначення економічної ефективності в сільському господарстві за цінами, які склалися на жовтень 2019 р. Визначали витрати на 1 га, собівартість 1 т насіння, чистий прибуток і рівень рентабельності [17]. Енергетичну оцінку здійснювали за методиками А. К. Медведовського і П. І. Іваненка та ін. [18].

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 (сизої, білої та чорної), ріпаку ярого.

2. Динаміка погодних умов періоду дослідження 2016–2018 рр. охоплює показники середньобогаторічних 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 дозволяють реалізувати біологічний потенціал олійних рослин родини *Brassicaceae* (гірчиці сизої, гірчиці білої, гірчиці чорної, ріпаку ярого) в умовах північно-східного Лісостепу України.

4. Програмою досліджень передбачена достатня кількість обліків, спостережень і аналізів, які дозволять глибоко і всебічно розкрити суть дії досліджуваних факторів, а отримані результати – оптимізувати технологію вирощування олійних рослин родини *Brassicaceae* (гірчицю сизу, гірчицю білу, гірчицю чорну, ріпак ярий) в умовах північно-східного Лісостепу України.

Список використаних джерел до розділу 2

1. Клімат України: у минулому... і майбутньому? / Кульбіда М. І., Барабаш М. Б., Єлістратова Л. О. та ін. / за ред. М. І. Кульбіди, М. Б. Барабаш : монографія. Київ: Сталь, 2009. С.85–98.
2. Дмитренко В. П. Погода, клімат і урожай польових культур. К: Ніка – Центр, 2010. 620 с.
3. Державний Реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Міністерство аграрної політики України, Державна служба з охорони прав на сорти рослин (Витяг станом на 07.09.2018 року). Київ, 2018. 468 с.
4. Науково обґрунтована система ведення сільського господарства Сумської області. Суми: Козацький вал, 2004. 662 с.
5. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / Зубець В. М. та ін.; за ред. В. М. Зубця. К.: Логос, 2004. 776 с.
6. Оптимізація інтегрованого захисту польових культур (довідник) / за ред. В. В. Кириченка, Ю. Г. Красиловця. Х. : Магда LTD, 2006. 252 с.
7. Ріпак. Захист ріпаку від хвороб та шкідливих організмів – Агросфера URL: <http://www.agroua.net/.../catalog/cg-5/c-19/info/cag-244/> (дата звернення: 7.12.2020).
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 350 с.
9. Мойсейченко В. Ф. Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. К.: Вища школа, 1994. 334 с.
10. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур / ред. В. В. Волкодав; Держ. комісія України по випробуванню та охороні сортів рослин. Київ: Алефа, 2000, Вип. 1. 100 с.
11. Ничипорович А. А. Основы фотосинтетической продуктивности растений. *Современные проблемы фотосинтеза*. М.: МГУ, 1973. С. 5–28.

12. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. Л. : Колос, 1972. 456 с.
13. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості :ДСТУ 4138–2002 [Чинний від 01.01.2004]. Київ : Держстандарт України, 2003. 173 с. (Національний стандарт України).
14. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрономічних досліджень рослин та ґрунтів. Київ: ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.
15. Ермантраут Е. Р. Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica–6: методичні вказівки. Київ, 2007. 55 с.
16. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології: навч. посіб. / Царенко О. М., Злобін Ю. А, Скляр В. Г., Панченко С. М. Суми : Ун. книга, 2000. 203 с.
17. Ковальчук М. І. Економічний аналіз у сільському господарстві: навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. Київ: КНЕУ, 2002. 282 с.
18. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1988. 208 с.

РОЗДІЛ 3
ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІРЧИЦІ СИЗОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД
КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА
ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ

3.1. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на ріст і розвиток рослин гірчиці сизої

Ряд закордонних та вітчизняних науковців стверджують, що застосування добрив для позакореневого підживлення у землеробстві є одним із найбільш доступних і високорентабельних агрозаходів підвищення продуктивності основних сільськогосподарських культур та покращення якості продукції. Вважають, що за ефективністю вітчизняні мікродобрива переважають кращі зарубіжні зразки, зокрема Агріскон (США), Вуксал (Німеччина), Лактофол (Болгарія) тощо. Ефективність застосування добрив для позакореневого підживлення висвітлено у працях К. Янковського, Л. Київського, С. Кжебітке, В. Будзінського (Польща) та Р. К. Дюбі, К. П. Донгаркар (Індія) [1–4].

У процесі комплексного поглибленого вивчення впливу позакореневого підживлення на сільськогосподарські рослини і з'ясування механізму їх фізіологічної дії на ростові процеси на клітинному рівні з використанням мічених атомів створилися умови для розроблення й апробації технологій застосування мікродобрив. Добрива, потрапляючи на поверхню рослинної тканини, досить швидко транспортуються в її клітини і взаємодіють із білками та рецепторами фітогормонів, впливають на конфірмаційний стан хроматину, підвищуючи його доступність до ендогенних РНК-полімераз. Під впливом цих перетворень активізується синтез рибонуклеїнової кислоти, білків, у результаті чого посилюються ростові процеси у рослин [5].

Рослини гірчиці сизої вимагають відносно прохолодної температури, доброго забезпечення ґрунтової вологи упродовж вегетаційного періоду та сухого періоду за збору врожаю. Тож нинішня тенденція полягає в дослідженні можливості доповнення макро добрив мікродобривами, екологічно чистими та економічно ефективними, що сприятиме кращому розвитку рослин в умовах стресу.

За твердженням М. Нехал, Н. Шарма, М. Сінгх та ін., в умовах зміни клімату засуха – головний екологічний фактор, що негативно впливає на фізіологічні та обмінні процеси в рослинах, зі свого боку це може призвести до припинення росту та розвитку рослин, зниження продуктивності та спричинити їх загибель. На думку авторів, реакція рослин, що піддаються більшості абіотичних стресів, сприяє накопиченню у в них активних видів кисню. Збільшення їх у рослині, зокрема супероксиду, гідроксильних радикалів та перекису водню, є однією з найбільш ранніх реакцій організму на стрес від посухи. Такі реакції можуть призвести до багатьох шкідливих наслідків, наприклад, деградації білків, перекисного окиснення ліпідів та спричинення пігменту відбілювання. Щоб захистити клітини від таких шкідливих впливів, рослини збільшують активність основних антиоксидантних ферментів які, як вважають, протидіють наслідкам активних видів кисню [2].

Застосування мінеральних добрив та добрив для позакореневого підживлення позитивно впливали на ріст і розвиток рослин гірчиці сизої.

Середня висота рослин на неудобреному варіанті у фазу розетки становила 21,3 см. Внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало висоту рослин до 23,7 та 25,1 см відповідно. Найвищі рослини були відмічені на варіантах з нормою внесення мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 27,3 см (табл. 3.1).

Варто відмітити, що найвищі рослини спостерігали на контрольному варіанті. Це можна пояснити першою обробкою добривами для позакореневого підживлення. Оскільки на початкових стадіях розвитку

рослини такі мікродобрива уповільнюють синтез гіберелінів, що зупиняє подовження клітин і перешкоджає на цій стадії надмірному (надлишковому) розвитку надземної частини.

Таблиця 3.1

Динаміка висоти гірчиці сизої сорту Пріма залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, см (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Фаза розвитку				Середнє за фактором В
		розетка	буто-нізація	цвітіння	дозрівання	
Контроль	Контроль	21,6	67,1	92,9	117,9	74,9
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	21,2	68,7	95,2	121,7	76,7
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	21,0	67,3	93,2	119,1	75,2
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	21,2	68,1	94,1	120,4	76,0
	Середнє	21,3	67,8	93,9	119,8	75,7
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	24,0	69,0	95,4	122,3	77,7
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	23,8	72,8	99,4	126,9	80,7
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	23,3	71,2	97,2	124,2	79,0
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	23,6	72,2	98,7	126,0	80,1
	Середнє	23,7	71,3	97,7	124,9	79,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	25,5	73,3	102,8	131,7	83,3
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	25,3	77,6	109,8	140,5	88,3
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	24,6	75,4	105,1	134,3	84,9
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	24,9	76,9	108,4	138,8	87,3
	Середнє	25,1	75,8	106,5	136,3	85,9
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	27,6	76,6	107,5	137,3	87,3
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	27,1	79,9	113,4	143,2	90,9
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	27,4	80,4	114,5	145,6	92,0
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	27,0	78,7	112,1	143,5	90,3
	Середнє	27,3	78,9	111,9	142,4	90,1

Завдяки цьому інтенсивніше розвивається коренева система, роблячи рослину більш конкурентоспроможною і в кінцевому підсумку – більш врожайною. У фазу бутонізації на контрольному варіанті середня висота рослин становила 67,8 см. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало висоту рослин на 3,5 см, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 8,0 см та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 11,1 см.

У фазу цвітіння на неудобреному варіанті середня висота рослин становила 93,9 см. Внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ підвищувало висоту рослин до 97,7 та 106,5 см відповідно, а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ до – 111,9 см.

Максимального значення висота рослин набувала у фазу дозрівання. На контрольному варіанті середня висота рослин становила 119,8 см. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало висоту рослин до 124,9 см, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 136,3 см та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 142,4 см.

За фактором В середня висота рослин на контрольному варіанті варіювала від 74,9 до 76,7 см. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ середня висота рослин була у межах 77,7–80,7 см, а на варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$ від 83,3 до 87,3 см. На контрольному варіанті, а також варіантах з нормою внесення добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ найвищі рослини були відмічені за застосування Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). Висота рослин на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ була у межах 87,3–92,0 см, а найбільший вплив мав регулятор росту Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

Збільшення зеленої маси рослин гірчиці за рахунок внесення макро- та мікродобрив підтверджено рядом вітчизняних та закордонних науковців. Застосування регуляторів росту дає можливість збільшити зелену масу рослин на 5,0–15,0 % [6, 7, 8].

За роки досліджень у фазу розетки середня зелена маса на неудобреному варіанті становила 3,41 т/га. Внесення добрив у нормі

$N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало зелену масу на 0,46 т/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 0,84 т/га та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ на – 1,16 т/га (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Динаміка накопичення зеленої маси гірчиці сизої сорту Пріма залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Фаза розвитку				Середнє за фактором В
		розетка	бутонізація	цвітіння	дозрівання	
Контроль	Контроль	3,43	7,51	16,36	15,41	10,68
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	3,41	7,73	16,73	15,71	10,90
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	3,39	7,59	16,47	15,54	10,75
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	3,40	7,64	16,54	15,62	10,80
	Середнє	3,41	7,62	16,53	15,57	10,78
$N_{30}P_{30}K_{30}$	Контроль	3,91	8,54	18,31	17,40	12,04
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	3,89	8,73	18,67	17,73	12,25
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	3,83	8,68	18,43	17,54	12,12
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	3,86	8,71	18,59	17,69	12,21
	Середнє	3,87	8,67	18,50	17,59	12,16
$N_{60}P_{60}K_{60}$	Контроль	4,28	9,39	20,43	19,24	13,34
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,26	9,61	20,90	19,65	13,61
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,22	9,48	20,56	19,43	13,42
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,25	9,56	20,69	19,56	13,52
	Середнє	4,25	9,51	20,65	19,47	13,47
$N_{90}P_{90}K_{90}$	Контроль	4,61	10,03	21,92	20,65	14,30
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,57	10,16	22,23	20,83	14,45
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,56	10,21	22,27	21,05	14,52
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,54	10,11	22,16	20,93	14,44
	Середнє	4,57	10,13	22,15	20,87	14,43

У фазу бутонізації на контрольному варіанті зелена маса становила 7,62 т/га. Внесення добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало зелену масу до 8,67 т/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 9,51 т/га та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 10,13 т/га.

Найбільшого значення показник зеленої маси набував у фазу цвітіння і становив: на контрольному варіанті – 16,53 т/га; на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 18,50 т/га; з нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 20,65 т/га; з нормою $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 22,15 т/га.

У фазу дозрівання накопичення зеленої маси зменшувалося. На контрольному варіанті зелена маса становила 15,57 т/га. На варіанті за норми добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ зелена маса збільшувалася на 2,02 т/га порівняно з контролем, а за норм $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 3,90 та 5,30 т/га відповідно.

За фактором В середнє значення зеленої маси на контрольному варіанті варіювало від 10,68 до 10,90 т/га. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ зелена маса була у межах 12,04–12,25 т/га, а на варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$ – від 13,34 до 13,61 т/га. Як і за попереднього показника, зелена маса на контрольному варіанті, а також варіантах з нормою внесення добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ була вищою за застосування Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га).

Зелена маса на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ була у межах 14,30–14,52 т/га, а найбільший вплив мав регулятор росту Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

Найменшу зелену масу відмічали на контрольних варіантах без застосування добрив для позакореневого підживлення.

Загальна суха речовина врожаю – це просторова та часова інтеграція всіх рослинних процесів, а отже, суха речовина врожаю – найрелевантніший параметр у дослідженні надземної маси сільськогосподарських культур.

У середньому за роки досліджень у фазу розетки маса сухої речовини на контрольному варіанті становила 0,65 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало масу сухої речовини на 0,09 т/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 0,16 т/га та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 0,22 т/га (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Динаміка накопичення сухої речовини гірчиці сизої сорту Пріма залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Фаза розвитку				Середнє за фактором В
		розетка	бутонізація	цвітіння	дозрівання	
Контроль	Контроль	0,65	1,43	3,76	5,70	2,89
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,65	1,47	3,85	5,81	2,94
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,64	1,44	3,79	5,75	2,91
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,65	1,45	3,80	5,78	2,92
	Середнє	0,65	1,45	3,80	5,76	2,91
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	0,74	1,62	4,21	6,44	3,25
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,74	1,66	4,29	6,56	3,31
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,73	1,65	4,24	6,49	3,28
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,73	1,65	4,28	6,55	3,30
	Середнє	0,74	1,65	4,26	6,51	3,29
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	0,81	1,78	4,70	7,12	3,60
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,81	1,83	4,81	7,27	3,68
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,80	1,80	4,73	7,19	3,63
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,81	1,82	4,76	7,24	3,65
	Середнє	0,81	1,81	4,75	7,20	3,64
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	0,88	1,91	5,04	7,64	3,87
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,87	1,93	5,11	7,71	3,91
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,87	1,94	5,12	7,79	3,93
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,86	1,92	5,10	7,74	3,90
	Середнє	0,87	1,92	5,09	7,72	3,90

У фазу бутонізації на неудобреному варіанті маса сухої речовини становила 1,45 т/га. Внесення добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало показник до 1,65 т/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 1,81 т/га та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 1,92 т/га.

Середнє значення маси сухої речовини на контрольному варіанті у фазу цвітіння становило 3,80 т/га, на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 4,26 т/га; з нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 4,75 т/га; з нормою $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 5,09 т/га.

Максимального значення показник сухої речовини набував у фазу дозрівання і становив на контрольному варіанті 5,76 т/га. На варіанті за норми добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ маса сухої речовини збільшувалася на 0,75 т/га порівняно з контролем, а за норм $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 1,44 та 1,96 т/га відповідно.

Внесення добрив для позакореневого підживлення в середньому збільшувало вихід сухої речовини на контрольному варіанті на 0,2 – 0,5 т/га. На варіанті з нормами добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 0,3–0,6 т/га. На удобреному варіанті з нормою внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ добрива для позакореневого підживлення збільшували вихід сухої речовини на 0,3–0,8 т/га.

Виходячи з показника зеленої маси, найбільшого впливу на контрольному варіанті та варіантах з нормами добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ мали препарати Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га), а на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ – Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

3.2. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на фотосинтетичні показники рослин гірчиці сизої

У формуванні врожаю сільськогосподарських культур важлива роль належить листковому апарату, оскільки у процесі фотосинтезу утворюється і накопичується біомаса рослин. Через це величина врожаю

сілськогосподарських культур визначається силою розвитку наземної маси і здатністю фотосинтетичного апарату накопичувати органічну речовину [9].

Органічна речовина, що первинно створюється в процесі фотосинтезу, становить 90–95 % сухої речовини врожаїв. Отже, фотосинтез є головним фактором при створенні 9/10 ваги речовини врожаїв. Крім того, засвоєння елементів мінерального живлення, вага яких становить 5–10 % сухої маси врожаїв, можливе тільки за наявності фотосинтезу. Першоджерелом утворення органічних речовин є фотосинтез, без якого мінеральне живлення рослин було б і неможливе, і не потрібне [10].

Залежно від норм мінеральних добрив змінювалися показники площі листової поверхні. На контрольному варіанті середня площа листової поверхні у фазу розетки становила 10,5 тис.м²/га. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало показник на 1,6 тис.м²/га, у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ – на 3,3 тис.м²/га та у нормі N₉₀P₉₀K₉₀ на – 6,1 тис.м²/га (табл. 3.4).

У фазу бутонізації на контрольному варіанті площа листової поверхні становила 30,9 тис.м²/га. Застосування добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало площу листової поверхні на 5,6 тис.м²/га порівняно з контролем, у нормах N₆₀P₆₀K₆₀ та N₉₀P₉₀K₉₀ – на 10,2 та 15,1 тис.м²/га. У фазу цвітіння на контрольному варіанті площа листової поверхні становила 36,2 тис.м²/га, застосування добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало показник до 42,4 тис.м²/га, у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ – до 46,1 тис.м²/га, а у нормі N₉₀P₉₀K₉₀ – до 52,0 тис.м²/га.

Залежно від фактора В застосування регуляторів росту рослин збільшувало показник у середньому на 0,3 тис. м²/га. На контрольному варіанті площа листової поверхні залежно від застосування добрив для позакореневого підживлення в середньому коливалася в межах 25,7–26,0 тис. м²/га, на варіанті з нормою добрив N₃₀P₃₀K₃₀ від 30,1 до 30,5 тис. м²/га, на варіанті N₆₀P₆₀K₆₀ показник варіював від 33,4 до 34,0 тис.м²/га, на варіанті з нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀ від 37,9 до 38,4 тис. м²/га.

Таблиця 3.4

Динаміка площі листкової поверхні гірчиці сизої сорту Пріма залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, тис.м²/га(середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Фаза розвитку			Середнє за фактором В
		розетка	буто-нізання	цвітіння	
Контроль	Контроль	10,6	30,6	35,9	25,7
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	10,5	31,1	36,5	26,0
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	10,3	30,9	36,1	25,8
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	10,5	31,0	36,4	26,0
	Середнє	10,5	30,9	36,2	25,9
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	12,3	36,1	42,0	30,1
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	12,2	36,7	42,7	30,5
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	11,8	36,4	42,3	30,2
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	12,1	36,7	42,5	30,4
	Середнє	12,1	36,5	42,4	30,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	14,0	40,8	45,3	33,4
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	13,9	41,4	46,6	34,0
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	13,6	41,0	46,0	33,5
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	13,7	41,2	46,3	33,7
	Середнє	13,8	41,1	46,1	33,7
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	16,9	45,6	51,3	37,9
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	16,5	46,1	52,2	38,3
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	16,7	46,2	52,3	38,4
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	16,4	45,9	52,0	38,1
	Середнє	16,6	46,0	52,0	38,2

Період від відновлення вегетації до цвітіння визначається дуже активним накопиченням сухої речовини. Це є важливим періодом для поглинання мінеральних елементів. Розвиток листя і листкової поверхні на одиницю площі ґрунту є ключовим фактором у визначенні врожайності. Період початку вегетації до цвітіння визначається дуже активним накопиченням сухої речовини. А розрахунок накопичення сухої речовини за рахунок площі листкової поверхні можливий за визначення чистої продуктивності фотосинтезу [11].

У міжфазний період розетка–бутонізація середня чиста продуктивність фотосинтезу на контрольному варіанті становила 2,42 г/м²/добу. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ зменшувало цей показник до 2,34 г/м²/добу, за норми N₆₀P₆₀K₆₀ – до 2,14 г/м²/добу, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ – до 1,77 г/м²/добу. У міжфазний період бутонізація–цвітіння показник становив 4,12 г/м²/добу. Внесення добрив у нормах N₃₀P₃₀K₃₀ та N₆₀P₆₀K₆₀ зменшувало чисту продуктивність фотосинтезу до 3,89 та 3,75 г/м²/добу, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ – до 3,59 г/м²/добу (табл. 3.5).

Аналізуючи фактор В, можна зробити висновок що мікродобрива мали вплив на показник. У міжфазний період розетка–бутонізація на контрольному варіанті чиста продуктивність фотосинтезу варіювала від 2,37 до 2,46 г/м²/добу. Найвищі показники спостерігали за використання препарату Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На варіанті з нормою добрив N₃₀P₃₀K₃₀ чиста продуктивність фотосинтезу була у межах 2,27–2,39 г/м²/добу. Найвищий показник було відмічено за використання препарату Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га). На варіанті N₆₀P₆₀K₆₀ чиста продуктивність фотосинтезу становила 2,08–2,17 г/м²/добу, а максимальне значення було отримано на варіанті із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На фоні добрив N₉₀P₉₀K₉₀ показник був у межах 1,73–1,80 г/м²/добу, а найвище значення було отримане на варіанті з застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

Таблиця 3.5

**Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу гірчиці сизої сорту
Пріма залежно від позакореневого підживлення за різних фонів
мінеральних добрив (середнє за 2016–2018 рр.)**

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Міжфазний період	
		розетка-бутонізація	бутонізація - цвітіння
Контроль	Контроль	2,37	4,12
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	2,46	4,14
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	2,43	4,13
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	2,41	4,10
	Середнє	2,42	4,12
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	2,27	3,90
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	2,35	3,90
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	2,39	3,87
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	2,36	3,91
	Середнє	2,34	3,89
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	2,08	3,77
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	2,17	3,76
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	2,15	3,74
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	2,16	3,73
	Середнє	2,14	3,75
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	1,73	3,59
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	1,77	3,59
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	1,80	3,59
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	1,79	3,61
	Середнє	1,77	3,59

Залежно від мікродобрив у міжфазний період бутонізація–цвітіння на контрольному варіанті чиста продуктивність фотосинтезу була у межах 4,10–

4,14 г/м²/добу, найвище значення було отримане з застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На варіанті з нормою добрив N₃₀P₃₀K₃₀ показник варіював у межах від 3,87 до 3,91 г/м²/добу, максимальне значення було отримане на варіанті з застосуванням Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га). Залежно від регуляторів росту на фоні добрив N₆₀P₆₀K₆₀ чиста продуктивність фотосинтезу була у межах 3,73–3,77 г/м²/добу, а найвище значення показника відмічали на контрольному варіанті. На фоні добрив N₉₀P₉₀K₉₀ показник варіював від 3,59–3,61 г/м²/добу. Варто відмітити, що за цієї норми добрив впливали на показник лише Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

Для одержання високих урожаїв недостатньо отримати велику площу листків у період максимуму. Для цього необхідно, щоб оптимальна листкова поверхня в період максимуму її розвитку була активною [10]. Тому для моніторингу динаміки формування урожайності застосовують показник фотосинтетичного потенціалу, який характеризується сумою щоденних показників площі листків у посіві за весь вегетаційний період або за окремими фазами розвитку рослин [12].

Залежно від норм мінеральних добрив змінювалися показники фотосинтетичного потенціалу. У міжфазний період розетка–бутонізація фотосинтетичний потенціал на контрольному варіанті становив у середньому 0,331 млн м² діб/га. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало цей показник до 0,388 млн м² діб/га, за норми N₆₀P₆₀K₆₀ – до 0,466 млн м² діб/га, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ – до 0,594 млн м² діб/га. У міжфазний період бутонізація–цвітіння показник на контрольному варіанті становив 0,570 млн м² діб/га. Внесення добрив у нормах N₃₀P₃₀K₃₀ та N₆₀P₆₀K₆₀ збільшувало фотосинтетичний потенціал до 0,670 та до 0,784 млн м² діб/га, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ – до 0,881 млн м² діб/га (табл. 3.6).

Залежно від фактора В фотосинтетичний потенціал змінювався і у міжфазний період розетка–бутонізація на контрольному варіанті фотосинтетичний потенціал варіював від 0,326 до 0,332 млн м² діб/га,

найвищі показники спостерігали за застосування препарату Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ фотосинтетичний потенціал був у межах 0,385–0,391 млн m^2 діб/га, найвищий показник було відмічено за застосування препарату Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$ показник становив 0,464–0,470, млн m^2 діб/га, а максимальне значення було отримано на варіанті із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На фоні добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ показник був у межах 0,591–0,598 млн m^2 діб/га, а найвище значення було отримане на варіанті із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га).

Залежно від регуляторів росту в міжфазний період бутонізація–цвітіння на контрольному варіанті фотосинтетичний потенціал був у межах 0,565–0,574 млн m^2 діб/га, найвище значення було отримане із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник варіював у межах від 0,663 до 0,674 млн m^2 діб/га, максимальне значення було отримане на варіанті із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). Залежно від регуляторів росту, на фоні добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ фотосинтетичний потенціал був у межах 0,774–0,792 млн m^2 діб/га, а найвище значення показника відмічали на варіанті із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На фоні добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ показник варіював від 0,872–0,885 млн m^2 діб/га. Найвищі значення відмічали за застосування препаратів Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га). Найменші значення за цього міжфазного періоду були відмічені на контрольних варіантах.

Таблиця 3.6

Динаміка фотосинтетичного потенціалу гірчиці сизої сорту Пріма залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, млн м² діб/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Міжфазний період	
		розетка-бутонізація	бутонізація - цвітіння
Контроль	Контроль	0,329	0,565
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,332	0,574
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,329	0,569
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,332	0,572
	Середнє	0,331	0,570
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	0,387	0,663
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,391	0,674
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,385	0,669
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,390	0,673
	Середнє	0,388	0,670
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	0,465	0,774
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,470	0,792
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,464	0,783
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,466	0,787
	Середнє	0,466	0,784,4
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	0,593	0,872
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,598	0,885
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,594	0,885
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,591	0,881
	Середнє	0,594	0,881

Відомо, що сільськогосподарські рослини мають високі показники інтенсивності фотосинтезу і відзначаються високою продуктивністю. Хлорофіл входить до клітинного складу листків рослин і виконує найважливішу функцію для рослинного організму, а саме синтез органічної речовини із неорганічних сполук CO_2 і H_2O при поглинанні променевої енергії світла. Концентрація і загальна кількість хлорофілу в листках рослин є важливим фізіологічним параметром. Він характеризує потенційну потужність фотосинтетичного апарату на різних стадіях вегетації, реакцію рослин на дію різних чинників впливу, зокрема і мінеральне живлення, та має тісний зв'язок з біологічною продуктивністю рослинного організму [13]. Інтенсивність фотосинтезу залежить від тих чинників, за які конкурують бур'яни з культурними рослинами (тепло, волога, поживні речовини) і від наявності яких залежить їх продуктивність. Макро- і мікродобрива сприяють кращому забезпеченню рослин абіотичними факторами, а рівень хлорофілу може залежати від ефективності їх використання [13, 14].

Хоча питання про вплив мінеральних елементів на зміни хлорофілів в онтогенезі різних культур ще далекі від повного вирішення, точно доведено, що добрива сприяють підтриманню продуктивності роботи хлорофілу на більш високому та стійкому рівні. Мінеральні добрива здійснюють суттєвий вплив на вміст хлорофілів «*a*» та «*b*» вже на початкових стадіях розвитку [14]. Ряд дослідників стверджують, що кількість хлорофілу збільшується із віком рослин, досить швидко досягає певного рівня, характерного для дорослої рослини. Цей показник зумовлюється спадковими особливостями рослин і залежить від умов освітлення, живлення та ряду інших факторів [15, 16].

Установлено, що залежно від застосування мінеральних добрив змінюється вміст хлорофілів. У середньому вміст хлорофілів «*a*» та «*b*» на контрольному варіанті становив 0,96 мг/г. Внесення добрив у нормі $\text{N}_{30}\text{P}_{30}\text{K}_{30}$ підвищувало їх вміст до 1,02 мг/г, а у нормах $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ та $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ – до 1,05 та 1,07 мг/г відповідно (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Вміст хлорофілу в листках гірчиці сизої сорту Пріма залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, мг/г (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Вміст хлорофілу«а» у рослинному матеріалі, мг/г	Вміст хлорофілу«b» у рослинному матеріалі, мг/г	Вміст хлорофілів «а» та «b» у рослинному матеріалі, мг/г
Контроль	Контроль	0,70	0,25	0,95
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,70	0,28	0,98
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,69	0,26	0,96
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,66	0,30	0,96
	Середнє	0,69	0,27	0,96
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	0,70	0,31	1,01
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,74	0,30	1,04
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,73	0,29	1,02
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,74	0,29	1,03
	Середнє	0,73	0,30	1,02
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	0,74	0,30	1,04
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,77	0,29	1,06
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,74	0,31	1,05
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,74	0,31	1,05
	Середнє	0,75	0,30	1,05
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	0,77	0,29	1,06
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,78	0,30	1,07
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,78	0,30	1,08
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,77	0,29	1,06
	Середнє	0,77	0,29	1,07

Залежно від застосування регуляторів росту рослин вміст хлорофілів «а» та «b» збільшувався. На контрольному варіанті та за норм добрив

$N_{30}P_{30}K_{30}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$ найвищий вміст хлорофілів спостерігали за застосування препаратів Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ кращі результати було отримано із застосуванням Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л).

3.3. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на продуктивність гірчиці сизої

Дослідженнями А. В. Мельника, О. Г. Жуйкова, І. В. Семак, С. В. Жердецької підтверджено, що внесення мінеральних добрив може суттєво підвищувати показники продуктивності гірчиці. Проте дослідження С. В. Томашова показують, що кількість гілок та стручків хрестоцвітих культур є генетичною ознакою сортів, тому внесення добрив може суттєво не підвищувати цей показник [17, 18, 19].

У середньому за роки досліджень на контрольному варіанті кількість гілок I порядку становила 3,85 шт. Внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ суттєвого впливу на показник не виявило, кількість гілок I порядку збільшувалася 0,35 та 0,61 шт. відповідно, а внесення добрив у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ суттєво підвищувало показник на 0,88 шт. (табл. 3.8).

Залежно від добрив для позакореневого підживлення кількість гілок I порядку суттєво не підвищувалася (додаток Б 2) і варіювала на контрольному варіанті від 3,71–3,95 шт. Найвищі показники спостерігали на варіанті із внесенням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На варіанті із внесенням добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник був у межах від 4,09–4,38 шт., на варіанті із нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ у межах 4,32–4,57 шт., на варіанті із нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ у межах 4,62–4,87 шт., а найвищі показники відмічали на варіанті із внесенням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

Таблиця 3.8

Структура продуктивності гірчиці сизої сорту Пріма залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Кількість гілок першого порядку, шт.	Кількість стручків, шт.	Кількість насінин у стручку, шт.
Контроль	Контроль	3,71	58,71	10,12
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	3,95	59,78	11,00
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	3,83	60,09	10,23
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	3,89	59,32	10,73
	Середнє	3,85	59,48	10,52
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	4,09	62,33	11,18
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,38	64,81	11,93
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,13	63,86	11,36
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,21	64,14	11,74
	Середнє	4,20	63,79	11,55
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	4,32	65,14	12,07
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,57	67,28	12,80
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,41	65,97	12,31
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,53	66,07	12,51
	Середнє	4,46	66,12	12,42
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	4,62	67,17	13,12
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,74	68,51	13,71
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,87	68,92	13,76
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,69	67,89	13,31
	Середнє	4,73	68,12	13,48
	Duncan test ₀₅ AB	0,65	13,11	0,70

Внесення добрив сприяло збільшенню кількості стручків на рослині, проте різниця між варіантами була несуттєвою (Додаток А). На контрольному варіанті кількість стручків у середньому становила 59,48 шт. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник збільшувався до 63,79 шт., за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 66,12 шт. та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 68,12 шт.

Кількість стручків на рослині за застосування добрив для позакореневого підживлення мала тенденцію до збільшення. На контрольному варіанті кількість стручків була у межах 58,71–59,78 шт., а максимальні показники на цьому варіанті були відмічені за застосування Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + СолюБор (3,0 л/га). На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник варіював від 62,33 до 64,81 шт., на варіанті з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ у межах від 65,14 до 67,28 шт., на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ показник був у межах 67,17–68,92 шт. Максимальні показники на всіх варіантах із внесенням мінеральних добрив відмічали на варіанті з застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га). Найменші показники були відмічені на контрольних варіантах.

Одним із показників, що суттєво впливає на рівень врожайності насіння хрестоцвітих культур, є кількість насінин у стручку. Проте цей структурний елемент є відносно стабільним і практично не змінюється під впливом елементів технології [20]. У наших дослідженнях саме цей елемент структури врожаю суттєво змінювався під впливом мінеральних добрив та добрив для позакореневого підживлення (Додаток В), що в подальшому впливало на врожайність (табл. 3.9).

На контрольному варіанті кількість насінин у стручку становила 10,52 шт. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало показник на 1,06 шт., у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 1,95 шт., а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 2,95 шт.

За аналізом фактора В на контрольному варіанті кількість насінин була у межах 10,12–11,00 шт., найвищі значення були отримані на варіанті з Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га).

Таблиця 3.9

Урожайність гірчиці сизої сорту Пріма залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Урожайність, т/га	Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
Контроль	Контроль	1,40	1,41	1,71
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	1,42		1,74
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	1,41		1,73
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	1,41		1,73
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	1,67	1,68	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	1,69		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	1,68		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	1,69		
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	1,85	1,87	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	1,89		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	1,87		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	1,88		
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	1,91	1,94	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	1,95		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	1,96		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	1,94		
Duncan test ₀₅ АВ – 0,12 т/га				

На варіанті з нормою добрив N₃₀P₃₀K₃₀ показник був у межах від 11,18 до 11,93 шт., на варіанті з нормою добрив N₆₀P₆₀K₆₀ у межах від 12,07 до

12.80 шт., на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ показник був у межах 13,07–13,71 шт. Найвищі показники на варіантах із внесенням мінеральних добрив відмічали на варіанті з застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га), найменші на контрольному варіанті.

Установлено, що застосування мінеральних добрив суттєво збільшувало врожайність гірчиці сизої (Додаток Г).

У середньому за фактором А на контрольному варіанті урожайність становила 1,41 т/га. Застосування добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло збільшенню показника на 0,27 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало урожайність на 0,46 т/га, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 0,53 т/га порівняно з контролем.

Залежно від фактора В суттєвого впливу на врожайність не виявлено. На контрольному варіанті урожайність становила 1,71 т/га. Застосування добрив для позакореневого підживлення Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) збільшувало урожайність на 0,03 т/га. А внесення добрив Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) підвищувало показник на 0,02 т/га.

За роки досліджень найбільший вплив на формування врожайності гірчиці сизої у середньому за 2016–2018 рр. мав фактор «норми добрив» (91,0 %), фактор «позакореневе підживлення» впливав на 0,2 %. Установлено вплив «взаємодія факторів» (7,2 %) та «умови року» (1,6 %).

За роки досліджень за фактором А маса 1 000 насінин на контрольному варіанті становила 2,09 г. Застосування добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло збільшенню показника на 0,35 г. Внесення добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало масу 1 000 насінин на 0,58 г, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 0,76 г порівняно з контролем (табл. 3.10). Залежно від фактора В на контрольному варіанті найбільший вплив мали Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) маса 1 000 насінин становила 2,13 г, що на 0,08 г більше за контроль.

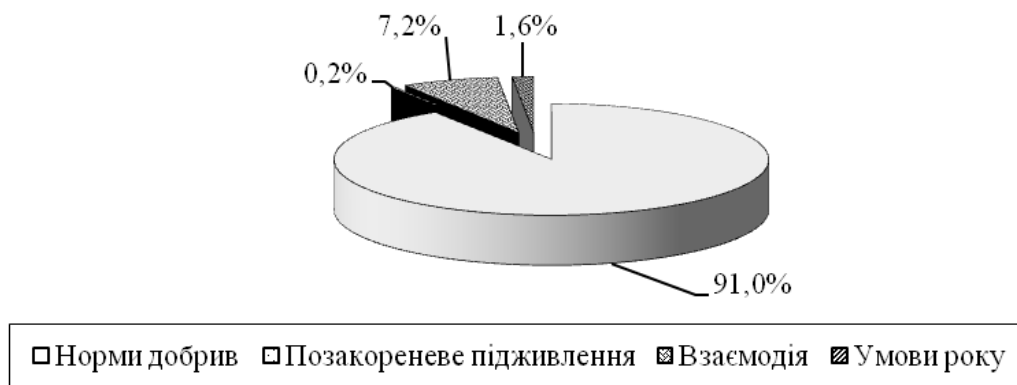


Рис. 3.1. Частка впливу факторів на урожайність гірчиці сизої залежно від норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення, % (середнє за 2015–2017 рр.)

На варіанті із застосуванням мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ максимальний вплив мали Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) маса 1 000 насінин становила 2,48 та 2,71 г, що 0,07 і на 0,08 г більше за контрольні варіанти. На варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$ найбільший вплив мали добрива для позакореневого підживлення Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га), порівняно з контролем показник збільшився на 0,06 г.

На відміну від маси 1 000 насінин застосування мінеральних добрив зменшувало вміст олії. На контрольному варіанті середній вміст олії становив 41,58 %. Застосування добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ зменшувало вміст олії до 41,35 %, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 40,90 %, а у нормі до $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 40,43 %.

Залежно від фактора В найбільший вплив мав Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га), це підвищувало вміст олії в середньому на 0,2 % порівняно з контролем.

Таблиця 3.10

Показники якості насіння гірчиці сизої сорту Пріма залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Маса 1 000 насінин, г	Вміст олії, %
Контроль	Контроль	2,05	41,50
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	2,13	41,70
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	2,07	41,50
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	2,10	41,60
	Середнє	2,09	41,58
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	2,41	41,20
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	2,48	41,50
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	2,43	41,30
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	2,45	41,40
	Середнє	2,44	41,35
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	2,63	40,80
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	2,71	41,10
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	2,65	40,80
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	2,68	40,90
	Середнє	2,67	40,90
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	2,82	40,30
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	2,87	40,50
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	2,88	40,50
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	2,84	40,40
	Середнє	2,85	40,43

Як повідомляє Agroportal.ua, попит на олію гірчиці в Україні тільки зростає, оскільки вона містить біологічно активні речовини, необхідні для нашого організму – вітаміни Е, А, D, В₃, В₆, В₄, К, Р, поліненасичені жирні кислоти (вітамін F), фітостероли, фітонциди, глікозиди, ефірні олії тощо. Частка переробки культури вітчизняними виробниками невисока, велика частина врожаю експортується в інші країни у вигляді сировини для виробництва рослинних олій.

Причин такої низької уваги до гірчиної олії з боку вітчизняних олійно-жирових підприємств кілька. Перш за все, це відмінності технологій виготовлення соняшникової та олії інших напрямів. Під час переробки соняшнику застосовується метод екстракційного або гарячого віджиму, а для інших видів насіння потрібна технологія холодного віджиму, яка дозволяє олії зберігати корисні властивості рослини. По-друге, вихід нетрадиційних видів олії порівняно з соняшnikовою менше – близько 30 % порівняно з 42 %. По-третє, попит на таку олію на українському ринку невеликий, оскільки вона дорожча за соняшникову, до якої звикла більшість вітчизняних споживачів. Проте якщо вітчизняні виробники будуть займатися виробництвом гірчиної олії, то за розрахунками експертів їх очікує планова рентабельність продажів продукції підприємства – 27,5 %. Таким чином, кожен долар доходу принесе підприємству 27,5 центів чистого прибутку [21].

За результатами досліджень Н. П. Жернової, Д. І. Лаврентович встановлено, що збільшення норм мінеральних добрив, зокрема азотних, сприяє зменшенню вмісту олії в насінні, проте загальний її вихід з одиниці площі за рахунок підвищення врожайності насіння збільшується. Це пояснюється тим, що значна кількість азоту в рослинах підсилює синтез білка, тоді як синтез вуглеводів і жирів знижується. Подібна тенденція відмічається у працях В. М. Журавля та С. В. Жердецької, де автори зазначають, що внесення добрив у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ сприяє зменшенню вмісту олії в насінні гірчиці сизої на 0,7–2,7 % порівняно з контролем [22, 23, 24].

За нашими дослідженнями, залежно від фактора А найменший збір олії спостерігався на контрольному варіанті і становив 0,59 т/га, оскільки контрольний варіант відрізнявся меншою врожайністю (табл. 3.11). На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ збір олії збільшувався до 0,70 т/га, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 0,77 т/га, а у нормі до $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 0,78 т/га.

Таблиця 3.11

Збір олії гірчиці сизої сорту Пріма залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Збір олії, т/га	Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
Контроль	Контроль	0,58	0,59	0,70
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,59		0,72
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,59		0,72
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,58		0,71
$N_{30}P_{30}K_{30}$	Контроль	0,69	0,70	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,70		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,70		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,70		
$N_{60}P_{60}K_{60}$	Контроль	0,75	0,77	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,78		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,77		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,77		
$N_{90}P_{90}K_{90}$	Контроль	0,77	0,78	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,79		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,79		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,78		

Залежно від фактора В найбільший збір олії спостерігався за застосування Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та становив 0,72 т/га, що на 0,2 т/га більше за контроль.

Висновки до розділу 3

1. Внесення макро- і мікродобрив сприяло збільшенню висоти рослин гірчиці сизої. Максимального значення показник набував у фазу дозрівання на з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ на варіанті з внесенням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) і становив 145,6 см. Вищезазначені варіанти також забезпечили найбільше значення показників зеленої маси (22,27 т/га) та сухої речовини (7,79 т/га).

2. Покращення умов живлення рослин підвищувало основні фотосинтетичні показники. Максимальні середні значення цих показників фіксували на варіантах з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та із застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га): площа листової поверхні – 38,4 тис. $m^2/га$; фотосинтетичний потенціал – 0,885 млн m^2 діб/га; вміст хлорофілів «a» та «b» – 1,08 мг/г. Найвищі значення чистої продуктивності фотосинтезу були отримані на контрольному варіанті із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) у міжфазний період бутонізація – цвітіння – 4,14 $г/м^2/добу$.

3. Показники структури продуктивності рослин були максимальні на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ за застосування Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га). Так, було отримано найвищий показник кількості гілок I порядку – 4,87 шт., кількості стручків на рослині – 68,92 шт. та кількості насінин у стручку – 13,76 шт.

4. Установлено суттєве підвищення врожайності гірчиці сизої за внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 1,68 та 1,87 т/га, що на 0,27 та 0,46 т/га відповідно більше за контрольний варіант. Максимальний урожай отримано на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 1,94 т/га, що на 0,53 т/га більше за

контрольний варіант. За результатами фактора В суттєвого підвищення врожайності не відмічали.

5. За роки досліджень найбільший вплив на формування врожайності гірчиці сизої у середньому за 2016–2018 рр. мав фактор «норми добрив» (91,0 %), фактор «позакореневе підживлення» – на 0,2 %. Установлено вплив «взаємодія факторів» (7,2 %) та «умови року» (1,6 %).

6. Максимальне значення маси 1 000 шт. насінин було зафіксовано на фоні добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ на варіанті із застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) – 2,88 г. Найвищий вміст олії було зафіксовано на контрольному варіанті із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) – 41,70 %.

7. Загальний збір олії на контрольному варіанті становив 0,59 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло збільшенню збору олії до 0,70 т/га, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 0,77 т/га, максимальні показники були отримані за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 0,78 т/га. Залежно від добрив для позакореневого підживлення найбільший збір олії спостерігався за застосування Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та становив 0,72 т/га, що на 0,2 т/га більше за контроль.

Список використаних джерел до розділу 3

1. Krzebietke S. The effect of sulphur fertilization on macronutrient concentrations in the post-harvest biomass of mustard / S.Krzebietke, Ł. Kijewski, K. J. Jankowski, W. S. Budzyński. *Plant Soil Environ.* 2015, № 6. P. 266–272.
2. Nehal N., Sharma N., Singh M., Singh P., Rajpoot P., Kumar Pandey A., Khan A. H., Singh A. K., Yadav R. K. Effect of plant growth regulators on growth, biochemical and yield of Indian mustard [*Brassica juncea*] under drought stress condition. *Plant Archives* Vol. 17 № 1, 2017 pp. 580–584.
3. Dongarkar K. P., Pawar W. S., Khawale V. S., Khutate N. G. and Gudadhe N. N. (2005). Effect of nitrogen and sulphur on growth and yield of mustard (*Brassica juncea* L.). *Journal of Soils and Crops.* 15(1):163–167.
4. 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.
5. Швайківський Б. Я., Лопушняк В. І., Киричук Р. Г. Регулятори росту рослин – ефективний засіб підвищення продукції сільськогосподарських культур. *Сільський господар.* 2000. № 5–6. С. 3–4.
6. 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.
7. Оксимець О. Л. Вплив добрив і строків сівби на урожайність зеленої маси та насінневу продуктивність гірчиці білої: зб. наук. праць Інституту землеробства УААН. Київ : Фітосоціоцентр, 2001, Вип. 1–2. С. 134–136.
8. Issa P., Mohsen M.N., Abolfazl T., Fatemeh R. (2011). Effect of irrigation interval and sulphur fertilizer on growth analysis and yield of *Brassica juncea*. *African Journal of Microbiology Research.* 5(22):3640–3646.

9. Абрамик М. І., Лис Н. М. Вплив способів основного обробітку ґрунту та мінерального живлення на формування асиміляційної поверхні та накопичення сухої речовини ріпаку озимого в умовах Передкарпаття. *Наукові доповіді НУБіП*. Київ, 2010. № 6 (22). С. 41–46.

10. Ничипорович А. А., Строгонова Л. Е., Чмора С., Власова М. П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах (Методы и задачи учета в связи с формированием урожаев). М.: Академия наук-СССР, 1961. 133 с.

11. Merrien A. Departement Etudes et Recherches Section Physiologie Nutrition Paris, France. Режим доступу: URL: <http://www.fertilizer.org/ifa/layout/set/print/content/download/8948/133676/version/1/file/oilseed.pdf>.

12. Лебедев С. И. Физиология растений. М.: Агропромиздат, 1988. 544 с.

13. Алиев Д. А. Фотосинтетическая деятельность, минеральное питание и продуктивность растений. Баку: 1974. – 335 с.

14. Дорохов Б. Л. Изучение фотосинтеза. Исследования по физиологии и биохимии растений в Молдавской ССР. Кишинев. 1968. С. 214–217.

15. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений. К.: Наукова думка, 1976. 333 с.

16. Михальська Л. М., Прядкіна Г. О., Швартау В. В. Вплив елементів живлення та гербіцидів на вміст хлорофілів у рослинах сучасних сортів озимої пшениці. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*: зб. наук. праць. К.: ФОП Корзун Д. Ю., 2014. Вип. 20. С. 73–76.

17. Семак В. И. Основные приемы возделывания горчицы в условиях Лесостепной зоны Западной Сибири: автореф. дис. кандидата с.-х. наук: спец. 06.01.09. Краснодар, 1966. 22 с.

18. Жуйков О. Г. Основні агротехнічні прийоми вирощування гірчиці сарептської в умовах зрошення півдня України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.09. Херсон, 2003. 16 с.
19. Томашов С. В. Вплив мінеральних добрив та строків їх внесення на основні показники продуктивності озимого ріпаку сорту Атлант. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН. 2009. № 14. С. 226–231.
20. Шпота В. И. Корреляция признаков у ярового рапса Шпота. Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. Краснодар, 1986. Вып. 11(93). С. 18–20.
21. AgroPortal. ua – електронний журнал. В Україні вигідно випускати нетрадиційне рослинне масло. URL: <http://agroportal.ua/news/rastenievodstvo/v-ukraine-vygodno-vypuskat-netraditsionnoe-rastitelnoe-maslo/> (дата звернення: 7.12.2020).
22. Жернова Н. П. Вплив елементів технології на продуктивність гірчиці сарептської сорту Світлана. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН. 2009, № 14. С. 143–149.
23. Лаврентович Д. И. Удобрение и качество растениеводческой продукции. Київ: Вища школа. 1985. 134 с.
24. Поляков О., Журавель В. Перспективи вирощування гірчиці. *Пропозиція*. 2009, № 2. С. 54–56.

РОЗДІЛ 4

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ

4.1. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на ріст і розвиток рослин гірчиці білої

За твердженням М. Нехал, Н. Шарма, М. Сінгх та ін., в умовах зміни клімату посуха є головним екологічним фактором, який негативно впливає на фізіологічні та обмінні процеси в рослинах. Зі свого боку це може призвести до припинення росту та розвитку особин, знизити їх продуктивність або спричинити загибель. На думку науковців, реакція рослин, що піддаються більшості абіотичних стресів, проявляється у накопиченні в них активних видів кисню, зокрема супероксиду, гідроксильних радикалів та перекису водню. Саме це визнано як одну з найбільш ранніх реакцій організму на стрес від посухи. Такі реакції можуть призвести до багатьох шкідливих наслідків, наприклад, деградації білків, перекисного окислення ліпідів та спричинення появи пігменту відбілювання. Щоб захистити клітини від таких негативних впливів, рослини збільшують активність основних антиоксидантних ферментів, які протидіють наслідкам активних видів кисню, аморфопараметри є одними з очевидних показників стану рослин [1].

За результатами наших досліджень, за фактором А середня висота рослин на неудобреному варіанті у фазу розетки становила 12,0 см. Внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало висоту рослин до 13,3 та 15,6 см відповідно. Найвищі рослини були відмічені на варіантах з нормою внесення мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 16,4 см (табл. 4.1). У фазу бутонізації на контрольному варіанті середня висота рослин становила 55,8 см. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало висоту рослин на 2,3 см, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ на – 5,1 см та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 7,1 см.

Таблиця 4.1

**Динаміка висоти гірчиці білої сорту Ослава залежно від
позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, см
(середнє за 2016–2018 рр.)**

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Фаза розвитку				Середнє за фактором В
		розетка	бутонізація	цвітіння	дозрівання	
Контроль	Контроль	12,1	55,6	77,4	98,5	60,9
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	12,0	56,0	77,9	99,2	61,3
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	11,9	55,6	77,7	98,9	61,0
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	12,0	55,9	78,2	99,6	61,4
	Середнє	12,0	55,8	77,8	99,1	61,2
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	13,4	57,8	79,4	101,9	63,1
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	13,2	58,3	80,4	102,5	63,6
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	13,0	58,0	80,2	102,1	63,3
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	13,4	58,2	80,7	103,1	63,9
	Середнє	13,3	58,1	80,2	102,4	63,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	15,7	60,3	85,5	106,3	67,0
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	15,6	61,1	86,0	107,3	67,5
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	15,4	60,7	85,8	107,0	67,2
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	15,7	61,6	86,2	107,8	67,8
	Середнє	15,6	60,9	85,9	107,1	67,4
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	16,4	62,3	89,7	110,5	69,7
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	16,3	62,7	90,4	110,8	70,1
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	16,3	63,2	90,8	111,3	70,4
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	16,4	63,5	91,1	111,7	70,7
	Середнє	16,4	62,9	90,5	111,1	70,2

У фазу цвітіння на неудобреному варіанті середня висота рослин становила 77,8 см. Внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ підвищувало висоту рослин до 80,2 та 85,9 см відповідно, а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 90,5 см.

У фазу дозрівання на контрольному варіанті середня висота рослин становила 99,1 см. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало висоту рослин до 102,4 см, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 107,1 см та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 111,1 см.

За фактором В середня висота рослин на контрольному варіанті варіювала від 60,9 до 61,4 см. Найбільший вплив на цьому варіанті мали добрива для позакореневого підживлення Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га). На варіанті із внесенням добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ середня висота рослин становила 63,5 см, на варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 67,8 см, на варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 70,2 см. А найвищі рослини за середнім значенням відмічали на варіанті Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

Гірчиця біла дає високі врожаї зеленої маси, яка добре поїдається тваринами, тому ще здавна її використовували на зелений корм. Варто звернути увагу на такий дешевий і ефективний засіб удобрення ґрунту, як сидеральні посіви культур, серед яких гірчиця є однією з найефективніших [2].

За роки досліджень, у фазу розетки середня зелена маса на неудобреному варіанті становила 3,80 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало зелену масу на 0,75 т/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 1,14 т/га та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 1,89 т/га (табл. 4.2).

У фазу бутонізації на контрольному варіанті зелена маса становила 8,73 т/га. Внесення добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало зелену масу до 10,48 т/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 11,42 т/га та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 12,16 т/га.

Таблиця 4.2

**Динаміка накопичення зеленої маси гірчиці білої сорту Ослава
залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних
добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)**

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Фаза розвитку				Середнє за фактором В
		розетка	буто-нізання	цвітіння	дозрівання	
Контроль	Контроль	3,82	8,69	18,25	17,31	12,02
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	3,80	8,75	18,41	17,47	12,11
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	3,78	8,71	18,38	17,43	12,08
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	3,80	8,78	18,40	17,51	12,12
	Середнє	3,80	8,73	18,36	17,43	12,08
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	4,58	10,43	21,87	20,82	14,43
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,54	10,49	21,98	20,96	14,49
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,50	10,43	21,90	20,87	14,42
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,58	10,55	22,01	20,97	14,53
	Середнє	4,55	10,48	21,94	20,91	14,47
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	4,95	11,34	23,69	22,52	15,63
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,93	11,42	23,77	22,63	15,69
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,91	11,40	23,74	22,58	15,66
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,95	11,51	23,83	22,67	15,74
	Середнє	4,94	11,42	23,76	22,60	15,68
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	5,71	12,08	25,52	24,25	16,89
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	5,68	12,13	25,55	24,31	16,92
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	5,67	12,18	25,63	24,36	16,96
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	5,71	12,24	25,67	24,43	17,01
	Середнє	5,69	12,16	25,59	24,34	16,95

Максимального значення показник зеленої маси набував у фазу цвітіння і становив: на контрольному варіанті – 18,36 т/га; на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 21,94 т/га; з нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 23,76 т/га; з нормою $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 25,59 т/га. У фазу дозрівання накопичення зеленої маси зменшувалося, що пов'язане з усиханням та відмиранням нижніх листків рослин. На контрольному варіанті зелена маса становила 17,43 т/га. На варіанті за норми добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ зелена маса збільшувалася до 20,91 т/га порівняно з контролем, а за норм $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 22,60 та 24,34 т/га відповідно.

За фактором В середнє значення зеленої маси на контрольному варіанті варіювало від 12,02 до 12,12 т/га. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ зелена маса була у межах 14,43–14,53 т/га, з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ залежно від позакоренового підживлення зелена маса коливалася у межах від 15,63 до 15,74 т/га. Показник на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ був у межах 16,89–17,01 т/га. А найбільший вплив мали добрива для позакоренового підживлення Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

За даними Ю. В. Вовченко, Г. К. Фурсова, урожайність сухої речовини насіння гірчиці сизої була більшою, ніж білої, однак за врожайністю сухої речовини вегетативних органів гірчиця біла переважає гірчицю сизу. А погодні умови здатні суттєво впливати на показник. У роки з достатнім зволоженням порівняно з помірно посушливими умовами урожай сухої речовини вегетативних органів може бути більший на 47–65 % [3].

За нашими даними, у середньому за роки досліджень у фазу розетки маса сухої речовини на контрольному варіанті становила 0,57 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало масу сухої речовини до 0,68 т/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 0,74 т/га та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 0,84 т/га (табл. 4.3).

У фазу бутонізації на неудобреному варіанті маса сухої речовини становила 1,70 т/га. Внесення добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало показник на 0,34 т/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 0,53 т/га та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 0,67 т/га.

Таблиця 4.3

Динаміка накопичення сухої речовини гірчиці білої сорту Ослава залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Фаза розвитку				Середнє за фактором В
		розетка	буто-нізація	цвітіння	дозрівання	
Контроль	Контроль	0,57	1,70	4,56	6,41	3,31
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,57	1,71	4,60	6,46	3,34
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,57	1,70	4,60	6,45	3,33
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,57	1,71	4,60	6,48	3,34
	Середнє	0,57	1,70	4,59	6,45	3,33
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	0,69	2,03	5,47	7,70	3,97
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,68	2,05	5,50	7,76	3,99
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,67	2,03	5,48	7,72	3,98
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,69	2,06	5,50	7,76	4,00
	Середнє	0,68	2,04	5,49	7,73	3,99
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	0,75	2,21	5,93	8,33	4,31
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,74	2,23	5,94	8,37	4,32
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,74	2,22	5,94	8,35	4,31
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,74	2,24	5,96	8,39	4,33
	Середнє	0,74	2,23	5,94	8,36	4,32
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	0,80	2,36	6,38	8,98	4,63
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,85	2,37	6,06	8,99	4,57
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,85	2,38	6,14	9,01	4,59
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,86	2,39	6,42	9,04	4,67
	Середнє	0,84	2,37	6,25	9,01	4,62

Середнє значення маси сухої речовини на контрольному варіанті у фазу цвітіння становило 4,59 т/га, на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 5,49 т/га; з нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 5,94 т/га; з нормою $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 6,25 т/га.

Максимальне значення показник сухої речовини набував у фазу дозрівання і становив на контрольному варіанті 6,45 т/га. На варіанті за норми добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ маса сухої речовини збільшувалася до 7,73 т/га порівняно з контролем, а за норм $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 8,36 та 9,01 т/га відповідно.

За аналізом впливу фактора В внесення добрив для позакореневого підживлення в середньому збільшувало вихід сухої речовини. На контрольному варіанті середня маса сухої речовини коливалася у межах 3,31–3,34 т/га, на варіантах із мінеральним $N_{30}P_{30}K_{30}$ маса сухої речовини становила 3,97–4,00 т/га, на варіанті з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ – у межах 4,31–4,33 т/га, а на варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 4,63–4,67 т/га. Варто відмітити, що добрива для позакореневого підживлення збільшували масу сухої речовини на 0,1–0,3 т/га, а найбільше впливали добрива Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

4.2. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на фотосинтетичні показники рослин гірчиці білої

Загострення продовольчої проблеми в планетарному масштабі останніми роками зумовлене зростанням народонаселення, зменшенням посівних площ, погіршенням кліматичних умов, ставить нові вимоги до підвищення продуктивності агроценозів. На сьогодні для підвищення потенційної врожайності найперспективнішим підходом вважають збільшення маси рослин, тобто посилення фотосинтетичної активності [4, 5].

Можливості поліпшення врожайності через активізацію фотосинтезу широко дискутуються у закордонній та вітчизняній літературі [6, 7, 8].

Нами з'ясовано, що показники площі листкової поверхні гірчиці білої змінювалися залежно від умов вирощування. На контрольному варіанті середня площа листкової поверхні у фазу розетки становила 7,9 тис.м²/га. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало показник до 10,0 тис.м²/га, у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ – до 12,5 тис.м²/га та у нормі N₉₀P₉₀K₉₀ – до 13,8 тис.м²/га (табл. 4.4).

У фазу бутонізації на контрольному варіанті площа листкової поверхні становила 19,0 тис.м²/га. Застосування добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало площу листкової поверхні до 24,8 тис.м²/га порівняно з контролем, у нормах N₆₀P₆₀K₆₀ та N₉₀P₉₀K₉₀ до 30,0 та 33,0 тис.м²/га. У фазу цвітіння на контрольному варіанті площа листкової поверхні становила 29,8 тис.м²/га, застосування добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало показник до 37,1 тис.м²/га, у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ – до 45,7 тис.м²/га, а у нормі N₉₀P₉₀K₉₀ – до 50,3 тис.м²/га.

Залежно від фактора В на контрольному варіанті площа листкової поверхні залежно від застосування добрив для позакореневого підживлення в середньому коливалася в межах 18,7–19,1 тис. м²/га, на варіанті з нормою добрив N₃₀P₃₀K₃₀ – від 23,5 до 24,5 тис. м²/га, на варіанті N₆₀P₆₀K₆₀ показник варіював від 29,1 до 29,6 тис.м²/га, на варіанті з нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀ – від 32,2 до 32,5 тис. м²/га. Застосування мікродобрив у рослин збільшували показник у середньому на 0,3–0,6 тис. м²/га. Найбільший вплив мав варіант із застосуванням Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

Чиста продуктивність фотосинтезу – один із факторів, що характеризує роботу фотосинтетичного апарату рослин. Показник залежить як від біологічних особливостей культури, так і від комплексу зовнішніх факторів: сонячної радіації, температури повітря, вологості ґрунту, рівня мінерального живлення, а також застосування добрив для позакореневого підживлення [9, 10].

Таблиця 4.4

**Динаміка площі листкової поверхні гірчиці білої сорту Ослава
залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних
добрих, тис.м²/га (середнє за 2016–2018 рр.)**

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Фаза розвитку			Середнє за фактором В
		розетка	буто-нізання	цвітіння	
Контроль	Контроль	7,8	18,7	29,5	18,7
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	7,9	19,1	29,8	18,9
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	7,8	18,8	29,7	18,8
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	7,9	19,4	30,0	19,1
	Середнє	7,9	19,0	29,8	18,9
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	9,9	24,3	36,2	23,5
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	10,0	25,0	37,3	24,1
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	9,9	24,6	37,0	23,8
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	10,1	25,4	37,9	24,5
	Середнє	10,0	24,8	37,1	24,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	12,3	29,7	45,3	29,1
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	12,5	30,0	45,9	29,5
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	12,5	29,9	45,6	29,3
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	12,5	30,3	46,0	29,6
	Середнє	12,5	30,0	45,7	29,4
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	13,7	32,8	50,2	32,2
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	13,7	32,9	50,2	32,3
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	13,8	33,1	50,4	32,4
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	13,8	33,2	50,4	32,5
	Середнє	13,8	33,0	50,3	32,4

У наших дослідженнях, за фактором А у міжфазний період розетка–бутонізація середня чиста продуктивність фотосинтезу на контрольному варіанті становила 6,04 г/м²/добу. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ зменшувало цей показник до 5,59 г/м²/добу, за норми N₆₀P₆₀K₆₀ – до 4,74 г/м²/добу, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ – до 4,31 г/м²/добу.

У міжфазний період бутонізація–цвітіння показник становив 7,07 г/м²/добу. Внесення добрив у нормах N₃₀P₃₀K₃₀ та N₆₀P₆₀K₆₀ зменшувало чисту продуктивність фотосинтезу до 6,65 та 5,54 г/м²/добу, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ – до 5,33 г/м²/добу (табл. 6.5).

За фактором В фіксували зміни чистої продуктивності фотосинтезу залежно від застосованих добрив для позакореневого підживлення. У міжфазний період розетка–бутонізація на контрольному варіанті чиста продуктивність фотосинтезу варіювала від 5,97 до 6,09 г/м²/добу. На варіанті з нормою добрив N₃₀P₃₀K₃₀ чиста продуктивність фотосинтезу була у межах 5,51–5,64 г/м²/добу. На варіанті N₆₀P₆₀K₆₀ чиста продуктивність фотосинтезу становила 4,65–4,97 г/м²/добу. На фоні добрив з нормою N₉₀P₉₀K₉₀ показник був у межах 4,07–4,47 г/м²/добу.

Залежно від добрив для позакореневого підживлення у міжфазний період бутонізація–цвітіння на контрольному варіанті чиста продуктивність фотосинтезу була у межах 6,88–7,42 г/м²/добу. На варіанті з нормою добрив N₃₀P₃₀K₃₀ показник варіював у межах від 6,39 до 7,09 г/м²/добу. На фоні добрив N₆₀P₆₀K₆₀ чиста продуктивність фотосинтезу була у межах 5,42–5,84 г/м²/добу. На фоні добрив N₉₀P₉₀K₉₀ показник варіював від 5,00 до 6,04 г/м²/добу.

Затвердженням А. О. Ничипоровича, для забезпечення високого врожаю недостатньо сформувати більшу площу асиміляційної поверхні, а одержавши її, не можна гарантувати високу врожайність культури. Вирішальною є не тільки площа листової поверхні, а й термін її активної діяльності [10].

Таблиця 4.5

**Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу гірчиці білої сорту
Ослава залежно від позакореневого підживлення за різних фонів
мінеральних добрив, г/м²/добу (середнє за 2016–2018 рр.)**

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Міжфазний період	
		розетка-бутонізація	бутонізація-цвітіння
Контроль	Контроль	6,09	19,78
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	6,03	19,70
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	6,07	19,93
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	5,97	19,50
	Середнє	6,04	19,73
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	6,03	18,95
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	5,59	18,45
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	5,63	18,66
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	5,51	18,11
	Середнє	5,69	18,54
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	5,35	14,17
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	5,01	13,97
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,99	14,08
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	5,01	13,93
	Середнє	5,09	14,04
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	4,19	13,84
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,08	12,69
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,08	12,87
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,07	13,77
	Середнє	4,10	13,29

Фотосинтетичний потенціал – один із основних параметрів, що має тісну кореляційну залежність з урожайністю і відображає продуктивність листкового апарату культури [10].

Показники фотосинтетичного потенціалу також змінювалися залежно від умов вирощування.

За фактором А у міжфазний період розетка–бутонізація фотосинтетичний потенціал на контрольному варіанті в середньому становив 0,188 млн м² діб/га. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало цей показник до 0,239 млн м² діб/га, за норми N₆₀P₆₀K₆₀ – до 0,292 млн м² діб/га, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ – до 0,374 млн м² діб/га. У міжфазний період бутонізація–цвітіння показник на контрольному варіанті становив 0,146 млн м² діб/га. Внесення добрив у нормах N₃₀P₃₀K₃₀ та N₆₀P₆₀K₆₀ збільшувало фотосинтетичний потенціал до 0,186 та до 0,265 млн м² діб/га, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ – до 0,292 млн м² діб/га (табл. 4.6).

Фотосинтетичний потенціал залежно від норм добрив для позакореневого підживлення змінювався і у міжфазний період розетка–бутонізація на контрольному варіанті варіював від 0,186 до 0,191 млн м² діб/га, найвищі показники спостерігали за препаратом Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га). На варіанті з нормою добрив N₃₀P₃₀K₃₀ фотосинтетичний потенціал був у межах 0,222–0,249 млн м² діб/га, найвищий показник було відмічено за препаратів Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га). На варіанті N₆₀P₆₀K₆₀ показник становив 0,273–0,300 млн м² діб/га. На фоні добрив N₉₀P₉₀K₉₀ показник був у межах 0,372–0,376 млн м² діб/га, а максимальне значення було отримано на варіанті із застосуванням Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

Залежно від добрив для позакореневого підживлення у міжфазний період бутонізація–цвітіння на контрольному варіанті фотосинтетичний потенціал був у межах 0,145–0,148 млн м² діб/га.

Таблиця 4.6

Динаміка фотосинтетичного потенціалу гірчиці білої сорту Ослава залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, млн м² діб/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Міжфазний період	
		розетка-бутонізація	бутонізація-цвітіння
Контроль	Контроль	0,186	0,145
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,189	0,147
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,186	0,146
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,191	0,148
	Середнє	0,188	0,146
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	0,222	0,182
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,245	0,187
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,242	0,185
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,249	0,190
	Середнє	0,239	0,186
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	0,273	0,263
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,298	0,266
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,297	0,264
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,300	0,267
	Середнє	0,292	0,265
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	0,372	0,291
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,373	0,291
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,375	0,292
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,376	0,293
	Середнє	0,374	0,292

На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник варіював у межах від 0,182 до 0,190 млн m^2 діб/га. На варіанті з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ фотосинтетичний потенціал був у межах 0,263–0,267 млн m^2 діб/га. На фоні добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ показник варіював від 0,291 до 0,293 млн m^2 діб/га.

Варто відмітити, що найменші показники були на контрольних варіантах, а найбільші в середньому за застосування добрив Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

Вміст хлорофілів «а» та «b» змінювався залежно від застосування мінеральних добрив та добрив для позакореневого підживлення. Так, залежно від застосування мінеральних добрив вміст хлорофілу «а» в рослинному матеріалі коливався у межах від 0,83 мг/г до 0,93 мг/г. Максимальні показники спостерігали на варіанті з застосуванням добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ (табл. 4.7).

Залежно від фактора В на контрольному варіанті найбільший вплив мали препарати Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) і становили 0,84 мг/г, що на 0,02 мг/г більше за контроль. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ найбільше значення вмісту хлорофілу «а» було відмічено за застосування Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) і становило 0,90 мг/г, що на 0,03 мг/г більше за контроль. На варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$ більший вміст пігменту спостерігали за застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), за їх внесення вміст пігменту хлорофілу «а» був вище на 0,03 мг/г порівняно з контролем. На варіанті з нормою мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ на вміст пігменту хлорофілу «а» найбільший вплив мали Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га), вони підвищували показник на 0,04 мг/г порівняно з контролем.

Таблиця 4.7

Вміст хлорофілів у листках гірчиці білої сорту Ослава залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, мг/г (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Вміст хлорофілу «а» у рослинному матеріалі	Вміст хлорофілу «b» у рослинному матеріалі	Вміст хлорофілів «а» та «b» у рослинному матеріалі
Контроль	Контроль	0,82	0,72	1,54
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,83	0,74	1,57
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,84	0,71	1,55
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,84	0,72	1,57
	Середнє	0,83	0,72	1,56
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	0,87	0,75	1,62
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,90	0,77	1,67
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,88	0,76	1,64
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,90	0,77	1,68
	Середнє	0,89	0,76	1,65
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	0,88	0,76	1,64
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,91	0,78	1,68
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,91	0,75	1,65
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,94	0,74	1,68
	Середнє	0,91	0,76	1,66
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	0,92	0,89	1,81
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,96	0,87	1,83
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,92	0,94	1,86
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,92	0,95	1,87
	Середнє	0,93	0,91	1,84

Вміст пігменту «*b*» за фактором А коливався у межах від 0,72 до 0,91 мг/г. Максимальні показники були отримані на варіанті з нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀.

За аналізом фактора В на вміст пігменту «*b*» на контрольному варіанті найбільше вплинув варіант із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) – 0,74 мг/г, що на 0,02 мг/г більше за контроль. На варіанті з нормою добрив N₃₀P₃₀K₃₀ найбільше впливали препарати Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), вміст пігментів хлорофілу «*b*» становив 0,77 мг/г, що більше за контроль на 0,02 мг/г. На варіанті N₆₀P₆₀K₆₀ більший вплив відмічався із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га), що підвищував вміст пігментів хлорофілу «*b*» на 0,02 мг/г порівняно з контролем, тоді як застосування препаратів Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) зменшувало показник на 0,01–0,02 мг/г порівняно з контролем. На варіанті з нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀ найбільше підвищувався вміст пігменту за застосування Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) і становив 0,95 мг/г, що на 0,06 мг/г більше за контроль. Препарат Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) зменшував вміст пігменту на 0,02 мг/г порівняно з контролем.

Зазначимо, що незважаючи на те що препарати Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га), Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) та Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) на деяких варіантах зменшували вміст пігменту хлорофілу «*b*», загальний показник вмісту хлорофілів «*a*» та «*b*» від застосування цих препаратів зростав.

Від застосування мінеральних добрив змінювався вміст хлорофілів «*a*» та «*b*» і в середньому на контрольному варіанті становив 1,56 мг/г. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ підвищувало їх вміст до 1,65 мг/г, а у нормах N₆₀P₆₀K₆₀ та N₉₀P₉₀K₉₀ – до 1,66 та 1,84 мг/г відповідно.

За застосування добрив для позакореневого підживлення вміст хлорофілів «a» та «b» також збільшувався. Найвищі показники були отримані за застосування Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

4.3. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на продуктивність гірчиці білої

Науково обґрунтована система удобрення – головний чинник формування високоврожайних посівів. Серед елементів інтенсифікації вирощування вплив добрив на продуктивність рослин досягає 40–60 %. У різних зонах вирощування цей показник не однаковий. Тому раціональне використання у певній ґрунтово-кліматичній зоні – запорука максимальної «віддачі» одиниці діючої речовини і, як наслідок, ведення агробізнесу на засадах ресурсоенергозбереження [11].

За даними Р. К. Дюбі, Р. С. Дакер та ін., застосування добрив для позакореневого підживлення пом'якшує абіотичні та біотичні стреси. Установлено, що збільшення впливу посухи максимально проявляється на стадії формування та наливу зерна. Мікродобрива, взаємодіючи з іншими гормонами, і регулюють різні обмінні процеси в рослинах, підвищують їх стійкість через сприятливий вплив на різні фізіологічні, обмінні, структурні та інші процеси [12, 13].

У середньому за роки досліджень на контрольному варіанті кількість гілок I порядку становила 4,50 шт. Внесення добрив суттєво підвищувало показник (Додаток Ж). На варіанті з нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ внесення добрив підвищувало показник на 0,6 шт., у нормах $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 0,9 та 1,6 шт. відповідно (табл. 4.8).

Залежно від добрив для позакореневого підживлення кількість гілок I порядку суттєво не збільшувалася і варіювала на контрольному варіанті від 4,43–4,57 шт. Найвищі показники спостерігали на варіанті із внесенням

Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), найменше вплинули добрива Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

На варіанті з внесенням добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник був у межах від 4,92–5,19 шт., на варіанті з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ – у межах 5,34–5,45 шт., максимальне значення на цьому рівні удобрення було отримане за застосування Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

На варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ кількість гілок I порядку була у межах 5,91–6,18 шт., а найвищі показники відмічали на варіанті із внесенням Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), найменший вплив мали Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га).

Залежно від норм добрив суттєво змінювалася і кількість стручків на рослині (Додаток Д). На контрольному варіанті кількість стручків у середньому становила 67,28 шт. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник збільшувався до 78,29 шт., за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 85,07 шт. та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 92,24 шт.

Внесення добрив для позакореневого підживлення суттєво не збільшувало кількість стручків і мало тенденцію, як за попереднього показника. На контрольному варіанті кількість стручків була у межах 66,71–68,13 шт. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник варіював від 77,43 до 79,4 шт., на варіанті з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ у межах від 84,29 до 85,95 шт., на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ показник був у межах 91,24–93,04 шт. Відмітимо, що залежно від препаратів для позакореневого підживлення показник у середньому збільшувався на 0,2–2,0 шт.

Кількість насінин у стручку з покращенням мінерального живлення суттєво зростала. Так, на контрольному варіанті кількість насінин у стручку становила 3,96 шт. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало показник на 1,03 шт., у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 1,93 шт., а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 2,71 шт.

За фактором В на контрольному варіанті кількість насінин була у межах 3,91–4,00 шт. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник був у межах від 4,94 до 5,05 шт.

Таблиця 4.8

Структура продуктивності гірчиці білої сорту Ослава залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Кількість гілок I порядку шт.	Кількість стручків, шт.	Кількість насінин у стручку, шт.
Контроль	Контроль	4,43	66,71	3,91
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,52	67,33	3,97
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,49	66,95	3,95
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,57	68,13	4,00
	Середнє	4,50	67,28	3,96
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	4,92	77,43	4,94
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	5,15	78,21	5,00
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	5,06	78,46	4,98
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	5,19	79,04	5,05
	Середнє	5,08	78,29	4,99
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	5,34	84,29	5,84
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	5,41	85,13	5,91
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	5,39	84,90	5,87
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	5,45	85,94	5,95
	Середнє	5,40	85,07	5,89
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	5,91	91,24	6,63
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	6,01	92,01	6,65
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	6,13	92,68	6,68
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	6,18	93,04	6,72
	Середнє	6,06	92,24	6,67
	Duncan test ₀₅ AB	0,42	7,41	0,40

На варіанті з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ у межах від 5,84 до 5,95 шт., на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ показник був у межах 6,63–6,72 шт. Максимальні показники на всіх варіантах відмічали на варіанті з застосуванням Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

Майже 90 % вітчизняного врожаю гірчиці продається за кордон, де з неї роблять олію, використовують у кулінарії, медицині. Основним експортером насіння гірчиці є країни ЄС (Німеччина, Нідерланди, Польща, Італія, Франція, Австрія). Крім того, олієнасіння продається в Білорусь та ОАЕ. У структурі посівів на неї припадає менш ніж 1 %. За офіційними даними, під урожай 2017 року фермери відвели близько 41 тис га. Урожайність гірчиці коливається в межах 0,6–0,8 тонни з гектара, з яких, за попередніми даними, зібрано приблизно 30–35 тисяч тонн насіння. Варто зауважити, що врожайність та якість насіння гірчиці значно поступаються Європейським країнам. А складність вирішення проблеми якості насіння полягає в тому, що його показники значною мірою залежать від кліматичних особливостей регіону і погодних умов року. Тому сьогодні особлива увага приділяється розробленню та вдосконаленню інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур з урахуванням особливостей тієї чи іншої ґрунтово-кліматичної зони і погодних умов, що склалися, а також з урахуванням біологічних особливостей сорту [14, 15].

У середньому за фактором А на контрольному варіанті урожайність становила 1,58 т/га. Застосування добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло суттєвому (Додаток К) збільшенню показника на 0,35 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало урожайність на 0,56 т/га, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 0,63 т/га порівняно з контролем (табл. 4.9).

Залежно від фактора В на контрольному варіанті урожайність становила 1,94 т/га. Застосування добрив для позакореневого підживлення суттєво не збільшувало урожайність. Добрива Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант

(3,0 л/га) збільшували урожайність на 0,03 т/га. Добрива Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) підвищували показник на 0,05 т/га.

Таблиця 4.9

Урожайність гірчиці білої сорту Ослава залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Урожайність, т/га	Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
Контроль	Контроль	1,56	1,58	1,94
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	1,58		1,96
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	1,56		1,96
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	1,60		1,99
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	1,91	1,93	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	1,93		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	1,92		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	1,94		
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	2,12	2,14	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	2,14		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	2,13		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	2,16		
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	2,18	2,21	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	2,19		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	2,23		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	2,24		
Duncan test 05 АВ – 0,29 т/га				

За роки досліджень найбільший вплив на формування врожайності гірчиці сизої у середньому за 2016–2018 рр. мав фактор «норми добрив» (74,6 %), фактор «позакореневе підживлення» мав вплив на 0,3 %, фактор «взаємодія факторів» впливав 21,9 %, а фактор «умови року» – на 3,3 %.

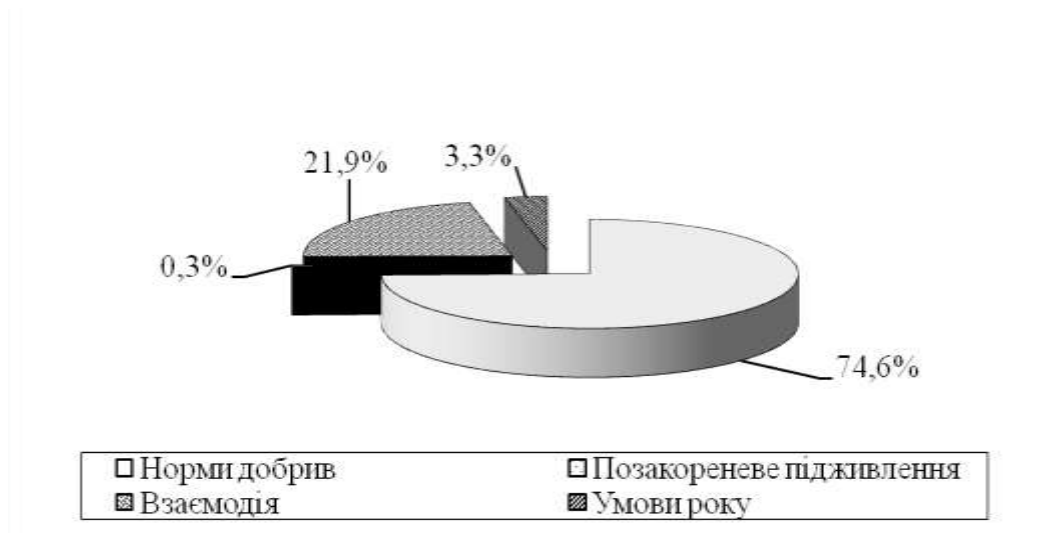


Рис. 4.1. Частка впливу факторів на урожайність гірчиці білої залежно від норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення, % (середнє за 2015–2017 рр.)

На формування врожаю гірчиці необхідно споживати набагато більше поживних речовин, ніж озимі колосові, тому вона добре відгукується на внесення мінеральних добрив. Дослідження показали, що різні дози мінеральних добрив та добрив для позакореневого підживлення по-різному впливали на формування елементів врожаю та якості насіння гірчиці білої. Слід зазначити, що внесення різних норм мінеральних добрив підвищувало показник 1 000 насінин, проте це не давало позитивних результатів щодо вмісту олії в насінні.

У досліджах багатьох науковців є суперечливі дані про вплив макроелементів на вміст олії в насінні гірчиці білої. Так, олійність і показники якості олії схильні до значних змін залежно від рівня мінерального живлення. Макродобрива, підвищуючи урожайність насіння гірчиці, ніяк не впливають на їх олійність або взагалі зменшують її. Однак вплив

мікроелементів на якість врожаю хрестоцвітих культур можна простежити хіба що на ріпаку, оскільки ця культура досить добре вивчена [16, 17, 18].

За результатами досліджень за фактором А маса 1 000 насінин на контрольному варіанті становила 5,06 г. Застосування добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло збільшенню показника на 0,18 г. Внесення добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало масу 1000 насінин на 0,41 г, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 0,31 г порівняно з контролем (табл. 4.10).

Залежно від фактора В на контрольному варіанті найбільший вплив мали Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), маса 1 000 насінин становила 5,17 г, що на 0,11 г більше за контрольний варіант. На варіанті із застосуванням мінеральних добрив максимальний вплив теж мали Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), маса 1 000 насінин підвищувалася в середньому на 0,1 г.

Застосування мінеральних добрив сприяло зменшенню вмісту олії в насінні. Так, на контрольному варіанті середній вміст олії становив 29,68 %. Застосування добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ зменшувало вміст олії до 29,20 %, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 29,20 %, найменший вміст олії спостерігали на варіанті з нормою до $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 29,00 %.

За фактором В на контрольному варіанті найбільший вплив мав Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), вміст олії за застосування цих добрив був на 0,2 % більше за контроль. За різних фонів добрив максимальний теж мали Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), застосування цих добрив збільшувало вміст олії на 0,2–0,3 %.

На думку вітчизняних науковців, загальна потреба збільшити виробництво харчової рослинної олії в Україні вимагає предметного підходу до вирощування та використання господарсько цінних можливостей хрестоцвітих культур.

Таблиця 4.10

Показники якості насіння гірчиці білої сорту Ослава залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Маса 1 000 насінин, г	Вміст олії, %
Контроль	Контроль	5,01	29,60
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	5,06	29,70
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	5,03	29,60
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	5,13	29,80
	Середнє	5,06	29,68
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	5,19	29,30
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	5,22	29,60
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	5,25	29,40
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	5,29	29,60
	Середнє	5,24	29,48
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	5,41	29,10
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	5,49	29,20
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	5,43	29,20
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	5,54	29,30
	Середнє	5,47	29,20
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	5,33	28,90
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	5,35	29,00
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	5,39	29,00
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	5,42	29,10
	Середнє	5,37	29,00

Серед причин, які сповільнюють розвиток галузі, можна назвати відсутність енергомалоємних технологій вирощування, адаптованих до сучасних умов, де була б достатньо зменшена необхідність значних капіталовкладень. Ураховуючи значне забруднення більшості території України хімічними препаратами, постає необхідність комплексного застосування мінеральних добрив та добрив для позакореневого підживлення [19, 20, 21, 22].

За розрахунками збору олії було встановлено, що залежно від фактора А найменший збір олії спостерігався на контрольному варіанті і становив 0,47 т/га, що пояснюється меншою врожайністю на варіанті без добрив. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ збір олії збільшувався до 0,57 т/га, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 0,62 т/га, а у нормі до $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 0,64 т/га (табл. 4.11).

Таблиця 4.11

Збір олії гірчиці білої сорту Ослава залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Збір олії, т/га	Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
Контроль	Контроль	0,46	0,47	0,57
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,47		0,57
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,46		0,57
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,47		0,58
$N_{30}P_{30}K_{30}$	Контроль	0,56	0,57	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,57		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,56		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,57		

Продовження таблиці 4.11

N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	0,62	0,62	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,62		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,62		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,63		
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	0,64	0,64	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,63		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,65		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,65		

Залежно від фактора В найбільший збір олії спостерігався за застосування Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) і становив 0,58 т/га, що на 0,1 т/га більше за контроль. Застосування інших препаратів не вплинуло на збір олії.

Висновки до розділу 4

1. Висота рослин збільшувалася з покращенням рівня мінерального живлення та добрив для позакореневого підживлення, максимального значення набувала у фазу дозрівання на варіанті з нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀ і становила 111,1 см. Найбільше на висоту рослин впливали добрива для позакореневого підживлення Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га). Вищенаведена норма добрив забезпечила максимальне накопичення зеленої маси рослинами гірчиці білої – 25,59 т/га, а в подальшому найвищий вихід сухої речовини – 9,01 т/га. Залежно від добрив для позакореневого підживлення максимальні значення зеленої маси було отримано за застосування Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст

(3,0 л/га): зелена маса у фазу цвітіння – 25,67 т/га; суха речовина у фазу дозрівання – 9,04 т/га.

2. Покращення умов вирощування за рахунок внесення добрив сприяло збільшенню площі листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу та підвищувало вміст хлорофілів «*a*» та «*b*» у листках гірчиці білої. Максимальні значення цих показників фіксували на варіантах із нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀. Середня площа листкової поверхні за цієї норми добрив становила 32,4 тис. м²/га, що перевищило контрольний варіант на 13,5 тис. м²/га. А максимальні показники отримали на варіанті Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га). Покращення умов вирощування за рахунок внесення добрив сприяло збільшенню фотосинтетичних показників, зокрема площі листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу та хлорофілів «*a*» та «*b*» у листках гірчиці білої. Максимальні значення цих показників фіксували на варіантах із нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀. Середня площа листкової поверхні за цієї норми добрив становила 32,4 тис. м²/га, що перевищило контрольний варіант на 13,5 тис. м²/га. А максимальні показники отримали на варіанті Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га). Максимальні показники фотосинтетичного потенціалу (0,376 млн м² діб/га) та хлорофілів «*a*» та «*b*» (1,87 мг/г) були отримані на фоні добрив N₉₀P₉₀K₉₀ на варіанті з застосуванням добрив Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

3. Слід зазначити, що внесення мінеральних добрив сприяло зменшенню показника чистої продуктивності фотосинтезу. Максимальні показники були отримані на контрольному варіанті у міжфазний період бутонізація–цвітіння – 19,93 г/м²/добу за застосування Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

4. Показники структури продуктивності рослин були максимальні на варіанті з нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀ за застосування Спектрум В+Мо

(2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га). Так, було отримано найвищий показник кількості гілок I порядку – 6,18 шт., кількості стручків на рослині – 93,04 шт. та кількості насінин у стручку – 6,72 шт.

5. Установлено суттєве підвищення врожайності гірчиці білої за внесення мінеральних добрив. На контрольному варіанті урожайність становила 1,58 т/га. Застосування добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло збільшенню показника на 0,35 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало урожайність на 0,56 т/га, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 0,63 т/га порівняно з контролем. Добрива для позакореневого підживлення суттєвого підвищення врожайності не мали. За роки досліджень найбільший вплив на формування врожайності гірчиці сизої у середньому за 2016–2018 рр. мав фактор «норми добрив» (74,6 %), фактор «позакореневе підживлення» мав вплив на 0,3 %, фактор «взаємодія факторів» впливав на 21,9 %, а фактор «умови року» на 3,3 %.

6. Максимальне значення маси 1 000 шт. насінин було зафіксовано на варіантах із нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ за застосування Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) – 5,54 г. Найвищий вміст олії було зафіксовано на контрольному варіанті із застосуванням Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) – 29,80 %.

7. Загальний збір олії на контрольному варіанті становив 0,47 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло збільшенню збору олії до 0,57 т/га, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 0,62 т/га, максимальні показники були отримані за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 0,64 т/га. Залежно від добрив для позакореневого підживлення найбільший збір олії спостерігався за застосування Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) і становив 0,58 т/га, що на 0,1 т/га більше за контроль. Застосування інших препаратів не вплинуло на збір олії.

Список використаної літератури до розділу 4

1. Nehal N., Sharma N., Singh M., Singh P., Rajpoot P., Kumar Pandey A., Khan A. H., Singh A. K., Yadav R. K. Effect of plant growth regulators on growth, biochemical and yield of Indian mustard [*Brassica juncea*] under drought stress condition. *Plant Archives* Vol. 17 №. 1, 2017. pp. 580–584
2. Слісарчук М. Вирощування гірчиці білої як олійної культури. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/10623-vyroshchuvannia-hirchytisi-biloi-iak-oliinoi-kultury.html> (дата звернення: 7.12.2020).
3. Вовченко Ю. В., Фурсова Г. К. Хімічний склад насіння та вегетативної маси гірчиці залежно від погодних умов періоду вегетації. Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААНУ. *Селекція і насінництво*. 2008. Вип. 95. С. 273–28.
4. Reynolds M. P., Pellegrineschi A., Skovmand B. Sink-limitation to yield and biomass: a summary of some investigations in spring wheat. *Ann. Appl. Biol.* 2005. 146, № 1. P. 39–49.
5. Sharma-Natu P., Ghildiyal M. C. Potential targets for improving photosynthesis and crop yield. *Curr. Sci.* 2005. 88, № 12. P. 1918–1928.
6. Murchi E. H., Niyogi K. K. Manipulation of photoprotection to improve plant photosynthesis. *Ibid.* 2011. 155, № 1. P. 86–92.
7. Zhu X.-G., Portis A.R.Jr., Long S.P. Would transformation of C3 crop plants with foreign Rubisco increase productivity? A computational analysis extrapolating from kinetic properties to canopy photosynthesis. *Plant Cell Environ.* 2004. 27, № 1. P. 155–165.
8. Стасик О. О., Кірізій Д. А. Регуляторні зв'язки і лімітувальні чинники в системі фотосинтез-продукційний процес та перспективи їх оптимізації. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2011. Т. 43. № 3. С. 226–238.

9. Кашманов А. А. Свет и развитие растений. М.: Сельхозгиз, 1963. 354 с.
10. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 136 с.
11. Жуйков О. Г. Гірчиця в Південному степу: агроекологічні аспекти і технології вирощування: наукова монографія. ДВНЗ «Херсонський держ. аграр. ун-т». Херсон: Видавець Грін Д. С., 2014. 416 с.
12. Krzebietke S. The effect of sulphur fertilization on macronutrient concentrations in the post-harvest biomass of mustard / S.Krzebietke, Ł. Kijewski, K. J. Jankowski, W. S. Budzyński. *Plant Soil Environ.* 2015, № 6. P. 266–272.
13. Dubey R. K., Dhaker R. C., Mundra S. L., Tiwari R. C., Dubey S. K. Response of Indian mustard to Nutrients and Plant Growth Regulators: The Influence on Yield, Available Soil P Balance and P Recycling through Residues. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* ISSN: 2319-7706. Vol. 6. № 8 (2017). P. 3319–3331
14. Мельник Т. І., Жердецька С. В., Шабір Г., Алі Ш. Вплив погодно-кліматичних параметрів на якість насіння різних видів гірчиці в умовах Північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2018. № 3. С. 53–57.
15. Мельник А. В., Жердецька С. В., Шахід А., 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.
16. Оксимець О. Л. Вплив добрив та строків сівби на вміст олії в насінні гірчиці білої. *Новітні технології виробництва конкурентоспроможної продукції рослинництва: матеріали наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів (29–30 листопада 2005 р.)*. Чабани: Інститут землеробства УААН, 2005. С. 69–70.

17. 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.

18. Слісарчук М. Вирощування гірчиці білої, як олійної культури. Агробізнес сьогодні URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/10623-vyroshchuvannia-hirchytsti-biloi-iak-oliinoi-kultury.html> (дата звернення: 9.12.2020).

19. Баранский Д. М. Рыжик и горчица в Иркутской области. Яхтенфельд. Ярославль, 1976. С 44–57.

20. Архипенко Ф. М., Слюсар С. М. Гірчиця біла – культура широкого діапазону використання. *Агроном*. 2006. № 3. С. 26–28.

21. Гірчиця біла та ефективно її використання в біологізації землеробства / Шувар І. А., Бойко І. Є., Лис Н. М., Верещинський Р. А. Львів : Львів. нац. аграр. ун-т, 2009. 50 с.

22. Лис Н. М., Ткачук Н. Л., Іванюк Р. С. Продуктивність гірчиці чорної залежно від застосування бактеріальних препаратів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. № 59. С. 2–7.

РОЗДІЛ 5

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІРЧИЦІ ЧОРНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ

5.1. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на ріст і розвиток рослин гірчиці чорної

Ефективність сільськогосподарського виробництва в сучасних умовах України та в світі залежить від використання культур, які забезпечують гарантований збут за високої рентабельності, що диктується ринковими умовами [1].

Серед олійних культур гірчиця займає одне з чільних місць. Однак в Україні її площі обмежені, врожайність зеленої маси і насіння ще не висока. Основною причиною такого стану є недостатня увага та необізнаність фахівців аграрного виробництва із народногосподарським значенням гірчиці чорної, біологічними особливостями культури, технологією її вирощування та використання [1, 2].

За даними Н. М. Лис, Н. Л. Ткачук та Р. С. Іванюк, гірчицю чорну в Україні вирощують зрідка, в колекціях наукових установ та серед любителів, її застосовують також як лікарську рослину та вважають кращою для виготовлення гірчичного порошку і гострих приправ [2]. Попри її народногосподарське значення технологія вирощування гірчиці чорної в нашому регіоні залишається не вивченою, зокрема і вплив мінеральних добрив та позакореневого підживлення на ріст та розвиток рослин гірчиці чорної.

За результатами наших досліджень, за фактором А середня висота рослин на контрольному варіанті у фазу розетки становила 11,4 см. Внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало висоту рослин до 13,1 та

14,6 см відповідно. Найвищі рослини були відмічені на варіантах з нормою внесення мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 15,3 см (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Динаміка висоти гірчиці чорної сорту Софія залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, см (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Фаза розвитку				Середнє за фактором В
		розетка	бутонізація	цвітіння	дозрівання	
Контроль	Контроль	11,5	39,6	56,7	70,3	44,5
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	11,5	41,1	57,8	71,5	45,5
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	11,2	40,4	57,0	70,7	44,8
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	11,3	40,8	57,4	71,1	45,2
	Середнє	11,4	40,5	57,2	70,9	45,0
$N_{30}P_{30}K_{30}$	Контроль	13,3	42,7	58,8	73,5	47,1
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	13,0	43,8	59,5	74,4	47,7
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	13,1	43,0	59,2	73,9	47,3
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	13,0	43,4	59,6	74,2	47,6
	Середнє	13,1	43,2	59,3	74,0	47,4
$N_{60}P_{60}K_{60}$	Контроль	14,8	45,3	60,7	75,9	49,2
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	14,5	46,0	61,3	76,6	49,6
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	14,2	45,5	61,0	76,3	49,3
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	14,7	46,3	61,6	77,0	49,9
	Середнє	14,6	45,8	61,2	76,5	49,5
$N_{90}P_{90}K_{90}$	Контроль	15,7	48,3	62,9	77,4	51,1
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	15,0	48,8	63,5	77,9	51,3
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	15,3	48,6	63,1	77,7	51,2
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	15,0	49,2	63,7	78,3	51,6
	Середнє	15,3	48,7	63,3	77,8	51,3

У фазу бутонізації на контрольному варіанті середня висота рослин становила 40,5 см. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало висоту рослин на 2,7 см, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ на – 5,3 см та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 8,2 см. У фазу цвітіння на неудобреному варіанті середня висота рослин становила 57,2 см. Внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ підвищувало висоту рослин до 59,3 та 61,2 см відповідно, а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ до – 63,3 см. У фазу дозрівання на контрольному варіанті середня висота рослин становила 70,9 см. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало висоту рослин до 74,0 см, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 76,5 см та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 77,8 см.

За фактором В середня висота рослин на контрольному варіанті варіювала від 44,5 до 45,5 см. На варіанті з внесенням добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ середня висота рослин була у межах 47,1 до 47,7 см. Найбільший вплив на цих фонах добрив мав варіант Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га), що збільшував висоту рослин на в середньому на 0,8 см порівняно з контролем. На варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$ висота рослин залежно від фактора В варіювала від 49,2 см до 49,9, а на варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$ від 51,1 до 51,6 см. А найвищі рослини за середнім значенням відмічали на варіанті Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), що підвищували висоту рослин гірчиці чорної в середньому на 0,4 см.

Важлива роль у виявленні ефектів дії добрив на процеси формування продуктивності рослин належить кількісним показникам росту і розвитку, окрім висоти рослин, важливим показником є нагромадження зеленої маси рослинами [3]. Отже, проблема вивчення впливу фону живлення на формування вегетативної маси є актуальною.

За роки досліджень було встановлено, що у фазу розетки середня зелена маса на неудобреному варіанті становила 3,49 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало зелену масу на 0,61 т/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 1,08 т/га та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 1,76 т/га (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Динаміка накопичення зеленої маси гірчиці чорної сорту Софія залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Фаза розвитку				Середнє за фактором В
		розетка	бутонізація	цвітіння	дозрівання	
Контроль	Контроль	3,58	8,34	17,88	16,39	11,55
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	3,58	8,40	17,97	16,47	11,60
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	3,38	8,36	17,90	16,42	11,52
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	3,43	8,38	17,93	16,45	11,55
	Середнє	3,49	8,37	17,92	16,43	11,55
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	4,16	9,24	20,41	18,92	13,18
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,10	9,32	20,50	19,01	13,23
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,07	9,27	20,45	18,96	13,19
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,08	9,30	20,47	18,99	13,21
	Середнє	4,10	9,28	20,46	18,97	13,20
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	4,62	9,86	23,24	22,20	14,98
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,56	9,90	23,31	22,26	15,01
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,53	9,89	23,28	22,24	14,99
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,58	9,92	23,35	22,31	15,04
	Середнє	4,57	9,89	23,30	22,25	15,00
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	5,28	10,41	23,99	22,80	15,62
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	5,23	10,44	24,05	22,87	15,65
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	5,26	10,43	24,02	22,84	15,64
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	5,24	10,48	24,10	22,92	15,69
	Середнє	5,25	10,44	24,04	22,86	15,65

У фазу бутонізації на контрольному варіанті зелена маса становила 8,37 т/га. Внесення добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало зелену масу до 9,28 т/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 9,89 т/га та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 10,44 т/га. Зелена маса у фазу цвітіння була максимальною і становила: на контрольному варіанті – 17,92 т/га; на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 20,46 т/га; з нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 23,30 т/га; з нормою $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 24,04 т/га. У фазу дозрівання на контрольному варіанті зелена маса становила 16,43 т/га. На варіанті за норми добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ зелена збільшувалася до 18,97 т/га, а за норм $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 22,25 та 22,86 т/га відповідно.

За фактором В середнє значення зеленої маси на контрольному варіанті варіювало від 11,55 до 11,60 т/га. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ зелена маса була у межах 13,18–13,23 т/га. Найбільший вплив на цих нормах добрив мав варіант Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га), що в середньому підвищував зелену масу рослин на 0,5 т/га. За норми добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ залежно від позакоренового підживлення зелена маса коливалася у межах від 14,98 до 15,04 т/га. Показник на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ був у межах 15,62–15,69 т/га. А найбільший вплив мали добрива для позакоренового підживлення Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), що підвищувало показник на 0,4–0,5 т/га. Варто відмітити, що найменший вплив на всіх нормах добрив мав варіант із застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

Здатність рослин накопичувати суху речовину – один із показників, що визначає майбутній врожай. За нашими даними, за роки досліджень у фазу розетки маса сухої речовини на контрольному варіанті становила 0,52 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало масу сухої речовини гірчиці чорної до 0,62 т/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 0,69 т/га та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 0,79 т/га (табл. 5.3).

У фазу бутонізації на неудобреному варіанті маса сухої речовини становила 1,63 т/га. Внесення добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало показник на 0,18 т/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 0,30 т/га та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 0,41 т/га.

Таблиця 5.3

Динаміка накопичення сухої речовини гірчиці чорної сорту Софія залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Фаза розвитку				Середнє за фактором В
		розетка	буто-нізація	цвітіння	дозрівання	
Контроль	Контроль	0,54	1,63	4,47	6,06	3,17
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,54	1,64	4,49	6,09	3,19
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,51	1,63	4,48	6,08	3,17
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,51	1,63	4,48	6,09	3,18
	Середнє	0,52	1,63	4,48	6,08	3,18
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	0,62	1,80	5,10	7,00	3,63
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,62	1,82	5,13	7,03	3,65
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,61	1,81	5,11	7,02	3,64
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,61	1,81	5,12	7,03	3,64
	Середнє	0,62	1,81	5,11	7,02	3,64
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	0,69	1,92	5,81	8,21	4,16
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,68	1,93	5,83	8,24	4,17
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,68	1,93	5,82	8,23	4,16
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,69	1,93	5,84	8,25	4,18
	Середнє	0,69	1,93	5,82	8,23	4,17
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	0,79	2,03	6,00	8,43	4,31
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,78	2,04	6,03	8,46	4,33
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,79	2,03	6,01	8,45	4,32
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,80	2,04	6,05	8,48	4,34
	Середнє	0,79	2,04	6,02	8,46	4,33

Середнє значення маси сухої речовини на контрольному варіанті у фазу цвітіння становило 4,48 т/га, на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 5,11 т/га; з нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 5,82 т/га; з нормою $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 6,02 т/га.

Найбільшого значення показник сухої речовини набував у фазу дозрівання і становив на контрольному варіанті – 6,08 т/га. На варіанті за норми добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ маса сухої речовини збільшувалася до 7,02 т/га порівняно з контролем, а за норм $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 8,23 та 8,46 т/га відповідно.

За аналізом впливу фактора В на контрольному варіанті середня маса сухої речовини коливалася у межах 3,17–3,19 т/га. На варіантах із мінеральним $N_{30}P_{30}K_{30}$ маса сухої речовини становила 3,63–3,65 т/га. Найбільший вплив мав варіант із Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). Найменший вплив на показник спостерігали на варіанті Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

На варіанті з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ показник був у межах 4,16–4,18 т/га, а на варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 4,31–4,34 т/га. Найбільший вплив за цих норм добрив мав варіант Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

Отже, відмітимо, що найменшу масу сухої речовини спостерігали на контрольних варіантах.

5.2. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на фотосинтетичні показники рослин гірчиці чорної

Важливість системного підходу при вивченні ролі фотосинтезу в формуванні врожайності рослин зумовлена багатоетапністю фотосинтетичного процесу, різною чутливістю окремих етапів до змін чинників довкілля, необхідністю підтримання балансу між синтезом асимілятів та їх використанням у донорно-акцепторній системі рослини [4].

Фотосинтез – основне джерело формування біомаси рослин, який забезпечує енергією всі процеси росту і розвитку. Посіви польових культур – могутні фотосинтезуючі системи, які за здатністю поглинати сонячну енергію у 2–5 разів перевищують природні угіддя, зокрема пасовища і лісові насадження. Урожай біомаси створюється за наявності певних умов у результаті фотосинтетичної діяльності і активності кореневої системи рослин [4]. Одним із найдинамічніших показників фотосинтетичної діяльності посівів є листкова поверхня. Як відомо, листок є основним органом фотосинтезу, хоч частково цю роль виконують також зелені стебла [7, 8].

Для оптимального проходження фотосинтезу посів повинен мати певну площу листкової поверхні. Чим більшу площу листкової поверхні мають посіви, тим краще фіксується посівами сонячна радіація і тим енергійніше йде накопичення органічної речовини, за винятком окремих випадків, що обумовлює збільшення урожайності цієї культури [9].

За нашими дослідженнями, показники площі листкової поверхні гірчиці чорної змінювалися залежно від умов живлення. На варіанті без застосування добрив середня площа листкової поверхні у фазу розетки становила 6,1 тис. м²/га. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало показник до 8,7 тис. м²/га, у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ – до 11,0 тис. м²/га та у нормі N₉₀P₉₀K₉₀ – до 13,5 тис. м²/га (табл. 5.4).

У фазу бутонізації на контрольному варіанті площа листкової поверхні становила 18,8 тис. м²/га. Застосування добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало площу листкової поверхні до 24,3 тис. м²/га порівняно з контролем, у нормах N₆₀P₆₀K₆₀ та N₉₀P₉₀K₉₀ – до 28,7 та 32,0 тис. м²/га.

У фазу цвітіння на контрольному варіанті площа листкової поверхні становила 28,8 тис. м²/га, застосування добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало показник на 7,0 тис. м²/га, у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ – на 13,2 тис. м²/га, а у нормі N₉₀P₉₀K₉₀ – на 19,0 тис. м²/га порівняно з контролем.

Таблиця 5.4

Динаміка площі листкової поверхні гірчиці чорної сорту Софія залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, тис.м²/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Фаза розвитку			Середнє за фактором В
		розетка	буто-нізання	цвітіння	
Контроль	Контроль	6,3	18,4	28,4	17,7
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	6,2	19,1	29,1	18,1
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	5,8	18,8	28,7	17,8
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	6,0	18,9	28,9	17,9
	Середнє	6,1	18,8	28,8	17,9
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	9,1	23,7	35,4	22,7
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	8,7	24,4	36,2	23,1
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	8,4	24,9	35,7	23,0
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	8,6	24,1	35,9	22,9
	Середнє	8,7	24,3	35,8	22,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	11,3	28,4	41,7	27,1
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	10,8	28,8	42,0	27,2
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	10,7	28,5	41,9	27,0
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	11,1	29,2	42,2	27,5
	Середнє	11,0	28,7	42,0	27,2
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	13,7	31,6	47,5	30,9
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	13,5	32,0	47,9	31,1
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	13,2	31,9	47,8	31,0
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	13,7	32,3	48,0	31,3
	Середнє	13,5	32,0	47,8	31,1

Залежно від фактора В на контрольному варіанті площа листкової поверхні залежно від позакореневого підживлення в середньому коливалася в межах 17,7–18,1 тис. м²/га.

На варіанті з нормою добрив N₃₀P₃₀K₃₀ від 22,7 до 23,1 тис. м²/га. Найбільше значення показника фіксували на варіанті Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га).

На варіанті N₆₀P₆₀K₆₀ показник варіював від 27,1 до 27,5 тис. м²/га, на варіанті з нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀ – від 30,9 до 31,3 тис. м²/га. Застосування позакореневого підживлення в середньому збільшувало показник в на 0,1–0,4 тис. м²/га.

Найбільший вплив мав варіант із застосуванням Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

Чиста продуктивність фотосинтезу повніше, ніж площа листків, відображає реальні можливості агробіоценозу щодо синтезу органічної речовини. Вона є одним із найважливіших параметрів, з яким корелює рівень урожайності [5].

У наших дослідженнях за фактором А у міжфазний період розетка–бутонізація середня чиста продуктивність фотосинтезу на контрольному варіанті становила 4,72 г/м²/добу. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ зменшувало цей показник до 4,47 г/м²/добу, за норми N₆₀P₆₀K₆₀ – до 3,62 г/м²/добу, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ – до 3,06 г/м²/добу, зменшення показника за кращого рівня мінерального живлення пояснюється збільшенням міжфазного періоду за рахунок внесення добрив.

У міжфазний період бутонізація–цвітіння показник становив 6,07 г/м²/добу. Внесення добрив у нормах N₃₀P₃₀K₃₀ та N₆₀P₆₀K₆₀ зменшувало чисту продуктивність фотосинтезу до 5,18 та 4,53 г/м²/добу, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ – до 4,06 г/м²/добу (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

**Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу гірчиці чорної сорту
Софія залежно від позакореневого підживлення за різних фонів
мінеральних добрив, г/м²/добу (середнє за 2016–2018 рр.)**

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Міжфазний період	
		розетка-бутонізація	бутонізація-цвітіння
Контроль	Контроль	4,65	6,11
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,63	6,03
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,85	6,05
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,76	6,07
	Середнє	4,72	6,07
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	4,09	5,54
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,59	5,14
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,53	4,98
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,68	5,06
	Середнє	4,47	5,18
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	3,42	4,63
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	3,66	4,49
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	3,74	4,45
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	3,67	4,55
	Середнє	3,62	4,53
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	2,99	4,31
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	3,02	3,88
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	3,11	3,96
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	3,12	4,08
	Середнє	3,06	4,06

За результатом аналізу фактора В у міжфазний період розетка–бутонізація на контрольному варіанті чиста продуктивність фотосинтезу варіювала від 4,63 до 4,76 г/м²/добу. На варіанті з нормою добрив N₃₀P₃₀K₃₀ чиста продуктивність фотосинтезу була у межах 4,09–4,68 г/м²/добу. На варіанті N₆₀P₆₀K₆₀ чиста продуктивність фотосинтезу становила 3,42–3,74 г/м²/добу. На фоні добрив N₉₀P₉₀K₉₀ показник був у межах 2,99–3,12 г/м²/добу. Залежно від добрив для позакореневого підживлення у міжфазний період бутонізація–цвітіння на контрольному варіанті чиста продуктивність фотосинтезу була у межах 6,03–6,11 г/м²/добу. На варіанті з нормою добрив N₃₀P₃₀K₃₀ показник варіював у межах від 4,98 до 5,54 г/м²/добу, а найвищі показники фіксували на контрольних варіантах. На фоні добрив N₆₀P₆₀K₆₀ чиста продуктивність фотосинтезу була у межах 4,45–4,63 г/м²/добу. На фоні добрив N₉₀P₉₀K₉₀ показник варіював від 3,88 до 4,31 г/м²/добу. Найвищі показники фіксували на контрольних варіантах.

Фотосинтетичний потенціал є одним із важливих показників діяльності листкового апарату. Умови мінерального живлення здатні впливати на цей показник. За нашими розрахунками, за фактором А у міжфазний період розетка–бутонізація фотосинтетичний потенціал на контрольному варіанті в середньому становив 0,180 млн м² діб/га. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало цей показник до 0,243 млн м² діб/га, за норми N₆₀P₆₀K₆₀ – до 0,288 млн м² діб/га. За норми N₉₀P₉₀K₉₀ показник набував максимального значення і становив 0,358 млн м² діб/га.

У міжфазний період бутонізація–цвітіння показник на контрольному варіанті становив 0,143 млн м² діб/га. Внесення добрив у нормах N₃₀P₃₀K₃₀ та N₆₀P₆₀K₆₀ збільшувало фотосинтетичний потенціал до 0,180 та до 0,247 млн м² діб/га, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ – до 0,309 млн м² діб/га (табл. 5.6).

Залежно від фактора В у міжфазний період розетка–бутонізація на контрольному варіанті показник варіював від 0,173 до 0,187 млн м² діб/га. Найвищі показники були відмічені на варіанті Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

Таблиця 5.6

Динаміка фотосинтетичного потенціалу гірчиці чорної сорту Софія залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, млн м² діб/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Міжфазний період	
		розетка– бутонізація	бутонізація– цвітіння
Контроль	Контроль	0,173	0,140
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,177	0,145
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,185	0,143
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,187	0,143
	Середнє	0,180	0,143
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	0,230	0,177
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,248	0,182
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,250	0,182
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,245	0,180
	Середнє	0,243	0,180
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	0,278	0,245
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,297	0,248
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,294	0,246
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,282	0,250
	Середнє	0,288	0,247
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	0,340	0,277
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,364	0,320
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,361	0,279
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,368	0,361
	Середнє	0,358	0,309

За норми добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ фотосинтетичний потенціал був у межах 0,230–0,250 млн m^2 діб/га, а найвищий показник фіксували на варіанті Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га). За норми добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ показник становив 0,278–0,297 млн m^2 діб/га, а максимальне значення за цієї норми добрив фіксували на варіанті Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На фоні добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ показник був у межах 0,340–0,368 млн m^2 діб/га, а максимальне значення було отримано на варіанті із застосуванням Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

У міжфазний період бутонізація–цвітіння на контрольному варіанті фотосинтетичний потенціал був у межах 0,140–0,145 млн m^2 діб/га. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник варіював у межах від 0,177 до 0,182 млн m^2 діб/га. На фоні добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ фотосинтетичний потенціал був у межах 0,245–0,267 млн m^2 діб/га, а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ показник варіював від 0,277 до 0,361 млн m^2 діб/га.

Варто відмітити, що на контрольному варіанті та за норми добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ у міжфазний період бутонізація–цвітіння найбільше значення фотосинтетичного потенціалу фіксували на варіанті Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). А на фоні живлення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ найбільше підвищувалися показники на варіанті Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

З усіх органів рослин саме листки є найбільш чутливими до дії абіотичних і біотичних факторів. Така чутливість пояснюється тим, що більшість важливих фізіологічних процесів відбувається в листках, які є певною мірою центром варіабельності або пластичності організму. Проте основну роль у фотосинтезі відіграють хлорофіли [9].

За нашими дослідженнями, вміст хлорофілів «a» та «b» змінювався залежно від фону живлення. Так, залежно від застосування мінеральних добрив вміст хлорофілу «a» в рослинному матеріалі коливався у межах від 0,72 мг/г до 0,98 мг/г (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

Вміст хлорофілів у листках гірчиці чорної сорту Софія залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, мг/г (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Вміст пігментів «а» у рослинному матеріалі	Вміст пігменту «b» у рослинному матеріалі	Вміст пігментів «а» та «b» у рослинному матеріалі
Контроль	Контроль	0,72	0,62	1,34
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,76	0,62	1,38
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,73	0,61	1,35
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,77	0,58	1,35
	Середнє	0,75	0,61	1,35
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	0,74	0,65	1,39
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,76	0,64	1,41
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,81	0,59	1,40
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,82	0,57	1,40
	Середнє	0,78	0,62	1,40
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	0,82	0,59	1,41
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,85	0,57	1,43
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,87	0,56	1,43
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,97	0,47	1,44
	Середнє	0,88	0,55	1,43
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	0,97	0,48	1,45
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,97	0,49	1,46
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,97	0,48	1,45
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,98	0,51	1,48
	Середнє	0,97	0,49	1,46

Найвищі показники спостерігали на фоні добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$. Вміст хлорофілу «*b*» коливався у межах від 0,47 до 0,65 мг/г, а найвище значення відмічали на фоні добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Залежно від фактора В на всіх фонах живлення найбільший вміст хлорофілу «*a*» було відмічено на варіанті із застосуванням Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га). Найвищий вміст пігменту «*b*» спостерігали на контрольних варіантах та варіанті з застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га).

За застосування добрив для позакореневого підживлення вміст хлорофілів «*a*» і «*b*» також збільшувався. На контрольному варіанті вміст хлорофілів становив 1,36 мг/г. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало показник до 1,40 мг/г, а у нормах $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 1,43 та 1,46 мг/г відповідно.

За фактором В на фоні без добрив та із застосуванням $N_{30}P_{30}K_{30}$ найвищі показники були отримані на варіанті Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На фоні добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ найвищі показники були отримані на варіанті Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

5.3. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на продуктивність гірчиці чорної

Важливими показниками, що відображають продуктивність сортів хрестоцвітих культур, є кількість гілок та стручків на рослині, кількість насінин у стручку та маса 1 000 насінин [10]. Максимальний урожай насіння формується за їх оптимального співвідношення, однак у разі недостатнього розвитку одного структурного елемента врожай може бути компенсований за рахунок іншого показника. Елементи структури врожаю є досить мінливими і залежать від конкретних умов, які формують кількісне вираження кожного з

них [11]. А застосування мінеральних добрив дає можливість суттєво підвищувати показники продуктивності гірчиці [12].

У середньому за роки досліджень на контрольному варіанті кількість гілок I порядку становила 4,30 шт. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ несуттєво підвищувало показник на 0,40 шт., тоді як у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ було суттєве підвищення на 0,68 та 0,89 шт. відповідно (табл. 5.8).

Залежно від фактора В кількість гілок I порядку суттєво не змінювалася (Додаток М) і варіювала на контрольному варіанті від 4,22–4,36 шт. На варіанті з внесенням добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник був у межах від 4,49–4,81 шт, а найбільший вплив на цих варіантах мали добрива для позакореневого підживлення Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На варіанті з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ показник був у межах 4,94–5,03 шт, а з нормою $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 5,12–5,24 шт., найвищі показники відмічали на варіанті з внесенням Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

Залежно від норм добрив суттєво змінювалася кількість стручків на рослині. На контрольному варіанті кількість стручків у середньому становила 63,08 шт. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник збільшувався до 71,02 шт., за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 78,92 шт. та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 81,98 шт.

Добрива для позакореневого підживлення суттєвого впливу не мали. На контрольному варіанті кількість стручків була у межах 62,23–64,01 шт. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник варіював від 70,14 до 72,03 шт., на варіанті з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ – у межах від 78,10 до 79,79 шт., на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ показник був у межах 81,17–82,79 шт.

На варіантах без добрив та з нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ найвищі значення кількості стручків було зафіксовано з внесенням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га), а на варіантах $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ – Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

Таблиця 5.8

Структура продуктивності гірчиці чорної сорту Софія залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Кількість гілок першого порядку, шт.	Кількість стручків, шт.	Кількість насінин у стручку, шт.
Контроль	Контроль	4,22	62,23	3,44
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,36	64,01	3,52
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,29	62,94	3,49
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,31	63,13	3,51
	Середнє	4,30	63,08	3,49
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	4,49	70,14	4,45
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,81	72,03	4,54
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,73	70,82	4,50
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,77	71,08	4,52
	Середнє	4,70	71,02	4,50
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	4,94	78,10	5,29
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,97	78,96	5,35
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,99	78,82	5,31
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	5,03	79,79	5,39
	Середнє	4,98	78,92	5,34
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	5,12	83,17	5,70
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	5,21	84,09	5,75
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	5,18	83,88	5,73
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	5,24	84,79	5,78
	Середнє	5,19	83,98	5,74
	Duncan test 05 AB	0,61	6,13	0,34

Варто відмітити, що найменший вплив на вищезазначені показники мав варіант із застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

Кількість насінин у стручку суттєво підвищувалася за рахунок внесення мінеральних добрив (Додаток Н). Так, на контрольному варіанті кількість насінин у стручку становила 3,49 шт. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало показник на 1,01 шт., у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 1,85 шт., а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 2,25 шт.

За аналізом фактора В на контрольному варіанті кількість насінин була у межах 3,44–3,52 шт. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник був у межах від 4,45 до 4,54 шт., на варіанті з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ – у межах від 5,29 до 5,39 шт., на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ показник був у межах 5,70–6,78 шт. Максимальні показники відмічали на варіантах із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), а мінімальні показники були на контрольних варіантах.

За твердженнями І. Бучинського, С. Грант та ін., потреба культури в елементах живлення залежить від потенціалу її врожайності. Чим вища врожайність, тим більше поживних речовин буде витрачатися культурою і, як наслідок, потреба її у додатковому живленні буде зростати [14, 15, 16].

За результатами наших досліджень, у середньому за фактором А на контрольному варіанті урожайність становила 1,01 т/га. Застосування добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ не сприяло суттєвому збільшенню показника до 1,28 т/га (Додаток П). Внесення добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ суттєво збільшувало урожайність до 1,54 т/га, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 1,57 т/га порівняно з контролем (табл. 5.9).

Залежно від фактора В на контрольному варіанті урожайність становила 1,33 т/га. Застосування добрив для позакореневого підживлення Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) несуттєво збільшувало урожайність на 0,01 т/га. Добрива Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га)

+ Солю Бор (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) підвищували показник на 0,03 т/га.

Таблиця 5.9

Урожайність гірчиці чорної сорту Софія залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Урожайність, т/га	Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
Контроль	Контроль	0,99	1,01	1,33
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	1,03		1,36
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	1,00		1,34
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	1,00		1,36
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	1,27	1,28	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	1,30		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	1,27		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	1,28		
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	1,52	1,54	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	1,55		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	1,54		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	1,56		
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	1,55	1,57	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	1,57		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	1,56		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	1,59		
Duncan test 05 AB – 0,44 т/га				

За роки досліджень відмічався такий вплив на формування врожайності гірчиці чорної у середньому за 2016–2018 рр.: фактор «норми добрив» становив 68,1 %, фактор «позакореневе підживлення» впливав на 0,3 %, фактор «взаємодія факторів» впливав на 26,7 %, а фактор «умови року» на 4,9 % (рис. 5.1).

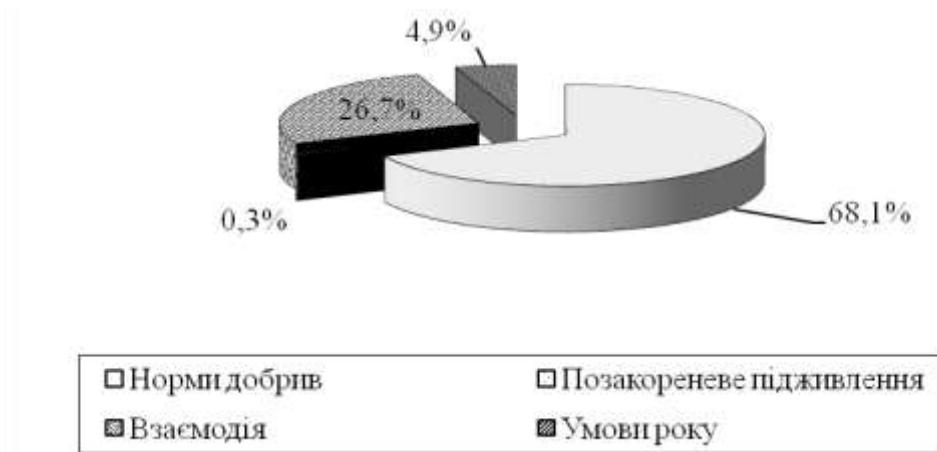


Рис. 5.1. Частка впливу факторів на урожайність гірчиці чорної залежно від норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення, % (середнє за 2016–2018 рр.)

Внесення добрив впливало на основні показники якості насіння. За результатами досліджень за фактором А маса 1 000 насінин на контрольному варіанті становила 3,46 г. Застосування добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло збільшенню показника на 0,19 г. Внесення добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало масу 1 000 насінин на 0,38 г, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 0,42 г порівняно з контролем (табл. 5.10).

Залежно від фактора В на контрольному варіанті (3,53 г) та варіанті з застосуванням добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ (3,72 г) найбільший вплив мали Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га), маса 1 000 насінин підвищувалася на 0,12 г та 0,11 г порівняно з контролем. На варіанті з застосуванням мінеральних добрив у нормах $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ максимальний вплив мали Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), маса 1 000 насінин підвищувалася на 0,1 г порівняно з контролем.

Таблиця 5.10

Показники якості насіння гірчиці чорної сорту Софія залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Маса 1 000 насінин, г	Вміст олії, %
Контроль	Контроль	3,41	29,70
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	3,53	29,90
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	3,44	29,80
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	3,47	29,80
	Середнє	3,46	29,80
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	3,61	29,5
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	3,72	29,70
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	3,63	29,60
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	3,65	29,70
	Середнє	3,65	29,63
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	3,79	29,40
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	3,85	29,60
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	3,83	29,50
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	3,89	29,70
	Середнє	3,84	29,55
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	3,83	29,20
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	3,90	29,30
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	3,87	29,30
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	3,93	29,40
	Середнє	3,88	29,30

Наявність поживних речовин впливає на хімічний склад насіння, його метаболізм та міцність. Управління живленням може впливати на рівень олії в насінні гірчиці. Зокрема, азотні добрива сприяють збільшенню урожаю насіння через забезпечення великої площі листкової поверхні та елементів продуктивності рослин. Проте азот не забезпечує зростання виходу олії з одиниці площі [13]. Негативну дію азотних добрив на олійність насіння можна пояснити фізіологічною роллю елемента в житті рослин [14, 16, 17]. Це підтверджується і вітчизняними науковцями [18, 19].

Так, на контрольному варіанті середній вміст олії становив 29,80 %. Застосування добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ зменшувало вміст олії до 29,63 %, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 29,55 %, найменший вміст олії спостерігали на варіанті з нормою до $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 29,30 %.

За результатами аналізу фактора В на контрольному варіанті найбільший вплив мав Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га), за їх застосування вміст олії був на 0,2 % більше за контроль. Цей варіант також мав найбільший вплив з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$, вміст олії в насінні мав найвище значення (29,7 %).

На фоні добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ максимальний вплив мав варіант Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), застосування цих добрив для позакореневого підживлення збільшувало вміст олії на 0,2–0,3 %.

На відміну від багатьох рослинних олій, гірчична містить усі розчинні вітаміни. Олія чорної гірчиці добре збалансована за жирокислотним складом із високим вмістом лінолевої і ліноленової кислот, що мають високу біологічну активність.

За даними досліджень, збільшення валового збору насіння, вихід і якість олії залежать від ґрунтово-кліматичних умов, біологічних особливостей культури та умов вирощування [20], а внесення мінеральних добрив та добрив для позакореневого підживлення сприяє збільшенню урожайності, а отже, зростає збір олії з одиниці площі (табл. 5.11).

Таблиця 5.11

Збір олії гірчиці чорної сорту Софія залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Збір олії, т/га	Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
Контроль	Контроль	0,29	0,30	0,39
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,31		0,40
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,30		0,40
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,30		0,40
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	0,37	0,38	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,39		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,38		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,38		
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	0,45	0,46	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,46		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,45		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,46		
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	0,45	0,46	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,46		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,46		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,47		

Знежирене насіння використовують для виготовлення кращих сортів столової гірчиці. Крім того, чорну гірчицю використовують як компонент для приготування багатьох оригінальних страв і напоїв, і в цьому разі ні сиза,

ні біла гірчиця не здатні її замінити. Саме тому олію гірчиці чорної високо цінують у всьому світі [22].

За нашими розрахунками встановлено, що залежно від фактора А найменший збір олії спостерігався на контрольному варіанті і становив 0,30 т/га, що пояснюється меншою врожайністю на варіанті без добрив. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ збір олії збільшувався до 0,38 т/га, у нормах $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 0,46 т/га.

Залежно від фактора В збір олії за застосування добрив для позакореневого підживлення збільшувався на 0,01 т/га.

Висновки до розділу 5

1. Висота рослин гірчиці чорної зростала за рахунок внесення добрив. Максимального значення показник набував у фазу дозрівання на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ і становив 77,8 см. Найбільше на висоту рослин впливали добрива для позакореневого підживлення Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га). Вищенаведена норма добрив забезпечила максимальне накопичення зеленої маси рослинами гірчиці чорної у фазу цвітіння – 24,04 т/га, а в подальшому – найвищий вихід сухої речовини у фазу дозрівання – 8,46 т/га. Залежно від добрив для позакореневого підживлення максимальне значення зеленої маси було отримано за застосування Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), зелена маса в середньому збільшувалася на 0,04 т/га, а суха речовина на 0,27 т/га.

2. Покращення умов вирощування за рахунок внесення добрив сприяло збільшенню площі листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу та підвищувало вміст хлорофілів «a» та «b» у листках гірчиці чорної. Максимальні значення цих показників фіксували на варіантах із нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$. Середня площа листкової поверхні за цієї норми

добрив становила 31,1 тис. м²/га, що перевищило контрольний варіант на 13,2 тис. м²/га. Залежно від фактора В на варіантах контроль та N₃₀P₃₀K₃₀ найбільше збільшувався цей показник за застосування Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На фоні добрив N₆₀P₆₀K₆₀ максимальна площа листової поверхні була зафіксована з застосуванням Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га). На цих варіантах у середньому показник збільшувався на 0,04 тис. м²/га. Фотосинтетичний потенціал був максимальний у період розетка–бутонізація на варіанті з нормою добрив N₆₀P₆₀K₆₀ із застосуванням Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) – 0,358 млн м² діб/га. Максимальний вміст хлорофілів «а» та «b» у листках фіксували на варіанті з нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀ із застосуванням Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) і становив 1,48 мг/г. Максимальні показники чистої продуктивності фотосинтезу були отримані на контрольному варіанті у міжфазний період бутонізація–цвітіння – 20,23 г/м²/добу.

3. Показники структури продуктивності рослин були максимальні на варіанті з нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀ за застосування Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га). Так, було отримано найвищий показник кількості гілок I порядку – 5,24 шт., кількості стручків на рослині – 83,98 шт. та кількості насінин у стручку – 5,74 шт.

4. За результатами наших досліджень, у середньому за фактором А на контрольному варіанті урожайність становила 1,01 т/га. Застосування добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ сприяло несуттєвому збільшенню показника до 1,28 т/га. Внесення добрив у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ суттєво збільшувало урожайність до 1,54 т/га, а у нормі N₉₀P₉₀K₉₀ до 1,57 т/га порівняно з контролем. Залежно від фактора В на контрольному варіанті урожайність становила 1,33 т/га. Застосування добрив для позакореневого підживлення суттєвого впливу на врожайність не мало. Застосування Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) збільшувало урожайність на 0,01 т/га. Добрива

Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) підвищували показник на 0,03 т/га.

5. Вплив на формування врожайності гірчиці чорної у середньому за 2016–2018 рр. мали фактор «норми добрив» – 68,1 %, фактор «позакореневе підживлення» – на 0,3 %, фактор «взаємодія факторів» впливав на 26,7 %, фактор «умови року» – на 4,9 %

6. Максимальне значення маси 1000 шт. насінин було зафіксовано на фоні з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ на варіанті із застосуванням Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) – 3,93 г. Найвищий вміст олії було зафіксовано на контрольному варіанті із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) – 29,90 %.

7. Найменший збір олії спостерігався на контрольному варіанті і становив 0,30 га. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ збір олії збільшувався до 0,38 т/га, з нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 0,46 т/га. Залежно від добрив для позакореневого підживлення збір олії збільшувався на 0,01 т/га.

Список використаної літератури до розділу 5

1. Dixon G. R., (2007). Vegetable Brassicas and related crucifers. *In: Crop Production Science in Horticulture*, vol. 14. CAB International, Cambridge, MA, pp. 327.
2. Лис Н. М., Ткачук Н. Л., Іванюк Р. С. Продуктивність гірчиці чорної залежно від застосування бактеріальних препаратів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. № 59. С. 2–7.
3. Корневое минеральное питание и продуктивность растений /под ред. А. Д. Хоменко. К.: Наук. думка, 1976. 205 с.
4. Гуляев Б. И., Рожко И. И., Рогаченко А. Д. Фотосинтез, продукционный процесс и продуктивность растений. Киев: Наук. думка, 1989. 152 с.
5. Рослинництво. Практикум / Зінченко О. І., Коротєєв А. В., Каленська С. М. та ін. / за ред. О. І. Зінченка. Вінниця: Нова книга, 2008. 536 с.
6. Мотрук Б. Н. Рослинництво. К.: Урожай, 1999. 591 с.
7. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрономічних досліджень рослин та ґрунтів. Київ: ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.
8. El Kholy, M.H., Mei, Z., Saleh S.Z., Metwaly S.G. (2007). Physical and chemical studies on some rapeseed varieties under different levels of nitrogen fertilization. *Proceeding of the 12th International Rapeseed Congress 26-30 March, Sustainable Development in Cruciferous Oilseed crop Production, Wuhan, China*. 3:217–222.
9. Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. Физиология растений: учебн. / под ред. И. П. Ермакова. М.: Академия, 2005. 640 с.
10. Бучинський І. М. Урожайність та якість насіння сортів ріпаку ярого залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Західного: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.09. Вінниця, Вінниц. держ. аграр. ун-т., 2010. 20 с.

11. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами / Сайко В. Ф., Камінський В. Ф., Вишнівський П. С. та ін.; за ред. П. С. Вишнівського. Київ. 2011. 76 с.

12. Шахід А. Вплив норм мінеральних добрив на ріст та розвиток рослин гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та багтанництво*. 2018. № 101. С. 141–145.

13. Oad, F.C., Qayyum, S.M., Oad, N.L., GandahiAw., Sahu, G.N. and Chandio, G.Q. (2001). Effect of various NPK fertilizer dose on growth, seed yield, oil content of Brassica. *Pak. Journal of Applied Science*. 1 (31): 377–378.

14. Грант С. Улучшение управления питательными веществами ваших культур. *Агроном*. 2009. № 1. С. 16–24.

15. Бучинський І., Лихочвор В. Урожайність сортів ярого ріпаку залежно від норм мінеральних добрив. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер. Агрономія*. 2010. № 14 (1). С. 127–132.

16. Parihar S. S. and Tripathi K. S. (1989). Influence of irrigation and nitrogen on yield, nutrient content and oil yield of mustard. *Indian journal of Argon*. 34 (1): 45–49.

17. Singh Y., Sharma D. K., Sharma N. L. and Kumar V. (2017). Effect of different levels of NPK with combined use of FYM and Sulphur on yield, quality and nutrients uptake in Indian mustard (*Brassica juncea* L.). *International Journal of Chemical Studies*. 5(2): 300–304.

18. Seyedeh N. M., Babak D., Amirhossein S. R. (2012). Effect of nitrogen and potassium levels on yield and some of the agronomical characteristics in Mustard (*Brassica juncea*). *Indian Journal of Science and Technology*. 5(2): 2051–2054.

19. Електронний журнал Yara. Покращення якості олії соняшнику. URL: <https://www.yara.ua/crop-nutrition/sunflower/improving-sunflower-quality/> (дата звернення: 4.01.2021).

20. 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: Сумський національний аграрний університет. 2018. 24 с.

21. Мельник А. В., Жердецька С. В., Шабір Г., Шахід А. Сортові особливості формування продуктивності різних видів гірчиці ярої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми. 2017. № 2. С. 103–107.

22. «Чорне золото», або Особливості вирощування гірчиці чорної. Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу. URL: <https://propozitsiya.com/ua/chorne-zoloto-abo-osoblivosti-viroshchuvannya-girchici-chornoji> (дата звернення: 9.11.2020).

РОЗДІЛ 6
ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РІПАКУ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД
КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА
ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ

6.1. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на ріст і розвиток рослин ріпаку ярого

Висока вимогливість ріпаку до родючості ґрунту пояснюється насамперед його потребою в елементах живлення. За даними досліджень вітчизняних науковців, середній урожай ріпаку виносить з ґрунту в 1,5 разу більше азоту і калію, у два рази більше фосфорної кислоти і у 4 рази кальцію порівняно з зерновими. Крім мінерального живлення, ріпак ярий добре реагує на внесення мікроелементів. Внесення бору, молібдену, марганцю, сірки на провапнованих ґрунтах підвищує врожай насіння на 20–25 %. Використання альтернативних джерел забезпечення рослин необхідними елементами живлення можна досягти шляхом застосування добрив для позакореневого підживлення нового покоління [1].

Одним із важливих показників стану посівів ріпаку, який суттєво впливає на його урожай, є висота рослин у певні фази розвитку культури. Важливе значення у формуванні висоти рослин культури має живлення [2, 3, 4].

Застосування мінеральних добрив та добрив для позакореневого підживлення позитивно впливали на ріст і розвиток рослин ріпаку ярого (табл. 6.1).

Середня висота рослин на неудобреному варіанті у фазу розетки становила 19,6 см. Внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало висоту рослин до 21,4 та 23,8 см відповідно. Найвищі рослини були відмічені на варіантах з нормою внесення мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 25,5 см.

Таблиця 6.1

Динаміка висоти ріпаку ярого гібрида Мірко залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, см (середнє за 2016–2018 рр.)

Фактор А	Фактор В	Фаза розвитку				Середнє за фактором В
		розетка	буто-нізація	цвітіння	дозрівання	
Контроль	Контроль	19,9	61,3	84,4	109,6	68,8
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	19,7	62,9	87,5	113,4	70,9
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	19,6	62,3	86,7	111,9	70,1
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	19,3	61,9	85,4	110,4	69,3
	Середнє	19,6	62,1	86,0	111,3	69,8
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	21,7	64,3	88,6	113,7	72,1
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	21,4	65,7	89,7	115,2	73,0
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	21,3	66,8	90,4	116,8	73,8
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	21,0	65,2	89,3	114,8	72,6
	Середнє	21,4	65,5	89,5	115,1	72,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	24,1	67,8	93,6	121,7	76,8
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	23,7	68,4	94,3	123,1	77,4
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	23,9	69,1	96,1	123,7	78,2
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	23,6	68,0	95,6	122,4	77,4
	Середнє	23,8	68,3	94,9	122,7	77,4
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	25,9	71,2	99,3	126,8	80,8
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	25,2	73,4	102,8	127,9	82,3
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	25,5	74,5	103,1	128,9	83,0
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	25,2	73,2	100,2	127,3	81,5
	Середнє	25,5	73,1	101,4	127,7	81,9

У фазу бутонізації на контрольному варіанті середня висота рослин становила 62,1 см. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало висоту рослин на 3,4 см, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 6,2 см та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 11,0 см. У фазу цвітіння на неудобреному варіанті середня висота рослин становила 86,0 см. Внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ підвищувало висоту рослин до 89,5 та 94,9 см відповідно, а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 101,4 см. Максимального значення висота рослин набувала у фазу дозрівання. На контрольному варіанті середня висота рослин становила 111,3 см. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало висоту рослин до 115,1 см, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 122,7 см та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 127,7 см.

За фактором В середня висота рослин на контрольному варіанті варіювала від 68,8 до 70,9 см. Найбільший вплив на цьому варіанті мали добрива для позакореневого підживлення Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На варіанті з внесенням добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ середня висота рослин була у межах 72,1–73,8 см, а на варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$ від 76,8 до 78,2 см. Висота рослин на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ була у межах 80,8–83,0 см. А найвищі рослини за середнім значенням були відмічені на варіанті Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

За твердженнями М. Г. Цехмейструк та І. Б. Стрельцова, ріпак має велике значення як сидеральна культура. Вирощування ріпаку на сидерат допомагає вирішенню проблеми із внесенням органічних добрив. За здатністю удобрення зелена маса ріпаку наближується до гною. Водночас використання її для удобрення ґрунту економніше і ефективніше [5].

За роки досліджень у фазу розетки середня зелена маса на неудобреному варіанті становила 3,82 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало зелену масу на 0,76 т/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 1,54 т/га та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 1,99 т/га (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Динаміка накопичення зеленої маси ріпаку ярого гібрида Мірко залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Фаза розвитку				Середнє за фактором В
		розетка	бутонізація	цвітіння	дозрівання	
Контроль	Контроль	3,86	8,90	18,56	17,76	12,27
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	3,83	8,98	18,64	17,90	12,34
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	3,81	8,97	18,62	17,81	12,30
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	3,78	8,93	18,60	17,80	12,27
	Середнє	3,82	8,94	18,60	17,82	12,29
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	4,62	10,58	22,26	21,05	14,63
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,59	10,64	22,32	21,11	14,66
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,58	10,67	22,37	21,18	14,70
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,55	10,62	22,31	21,08	14,64
	Середнє	4,58	10,62	22,31	21,10	14,66
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	5,40	12,29	24,80	23,60	16,52
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	5,34	12,38	24,87	23,66	16,56
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	5,37	12,44	24,93	23,73	16,62
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	5,33	12,35	24,83	23,63	16,53
	Середнє	5,36	12,36	24,86	23,65	16,56
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	5,85	13,89	26,93	25,64	17,82
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	5,78	13,98	27,00	25,70	17,86
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	5,82	14,04	27,06	25,77	17,92
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	5,78	13,95	26,96	25,67	17,84
	Середнє	5,81	13,97	26,99	25,69	17,86

У фазу бутонізації на контрольному варіанті зелена маса становила 9,94 т/га. Внесення добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало зелену масу до 10,62 т/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 12,36 т/га та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 13,97 т/га. Найбільшого значення показник зеленої маси набував у фазу цвітіння і становив: на контрольному варіанті – 18,60 т/га; на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 22,31 т/га; з нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 24,86 т/га; з нормою $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 26,99 т/га. У фазу дозрівання накопичення зеленої маси зменшувалося. На контрольному варіанті зелена маса становила 17,82 т/га. На варіанті за норми добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ зелена маса збільшувалася на 3,28 т/га порівняно з контролем, а за норм $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 5,83 та 7,87 т/га відповідно.

За фактором В середнє значення зеленої маси на контрольному варіанті варіювало від 12,27 до 12,34 т/га. Найбільше значення було отримане на варіанті із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ зелена маса була у межах 14,63–14,70 т/га, з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ залежно від позакоренового підживлення зелена маса коливалася у межах від 16,52 до 16,62 т/га. Показник на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ був у межах 18,08–18,17 т/га. Максимальний вплив на варіантах із застосуванням мінеральних добрив мав регулятор росту Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

Найменшу зелену масу відмічали на контрольних варіантах без застосування добрив для позакоренового підживлення, що пояснюється покращенням рівня живлення рослин.

Вивчаючи накопичення зеленої та сухої маси, виявили різницю у масі між різними нормами добрив для позакоренового підживлення. Інтенсивне збільшення маси рослин відбувалося у фазах бутонізації та цвітіння. За цими фазами найбільш чітко можна простежити різницю у масі між різними нормами добрив. Аналогічну залежність спостерігали також і з сухою масою рослин (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

Динаміка накопичення сухої речовини ріпаку ярого гібрида Мірко залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Фаза розвитку				Середнє за фактором В
		розетка	буто-нізання	цвітіння	дозрівання	
Контроль	Контроль	0,73	1,69	4,27	6,57	3,32
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,73	1,71	4,29	6,62	3,34
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,72	1,70	4,28	6,60	3,33
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,72	1,70	4,28	6,59	3,32
	Середнє	0,73	1,70	4,28	6,59	3,32
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	0,88	2,01	5,12	7,79	3,95
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,87	2,02	5,13	7,81	3,96
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,87	2,03	5,14	7,84	3,97
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,86	2,02	5,13	7,80	3,95
	Середнє	0,87	2,02	5,13	7,81	3,96
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	1,03	2,33	5,70	8,73	4,45
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	1,01	2,35	5,72	8,75	4,46
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	1,02	2,36	5,73	8,78	4,47
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	1,01	2,35	5,71	8,74	4,45
	Середнє	1,02	2,35	5,72	8,75	4,46
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	1,11	2,64	6,19	9,48	4,86
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	1,10	2,66	6,21	9,51	4,87
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	1,11	2,67	6,22	9,53	4,88
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	1,10	2,65	6,20	9,50	4,86
	Середнє	1,10	2,65	6,21	9,51	4,87

У середньому за фактором А у фазу розетки маса сухої речовини на контрольному варіанті становила 0,73 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало масу сухої речовини на 0,14 т/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 0,29 т/га та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 0,37 т/га. У фазу бутонізації на неудобреному варіанті маса сухої речовини становила 1,70 т/га. Внесення добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало показник до 2,02 т/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 2,35 т/га та за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 2,65 т/га. Середнє значення маси сухої речовини на контрольному варіанті у фазу цвітіння становило 4,28 т/га, на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 5,13 т/га; з нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 5,72 т/га; з нормою $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 6,21 т/га. Найбільшого значення показник сухої речовини набував у фазу дозрівання і становив на контрольному варіанті – 6,59 т/га. На варіанті за норми добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ маса сухої речовини збільшувалася на 1,22 т/га порівняно з контролем, а за норм $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 2,16 та 2,92 т/га відповідно.

За аналізом впливу фактора В можна зробити висновок, що внесення добрив для позакореневого підживлення в середньому збільшувало вихід сухої речовини на контрольному варіанті на 0,1–0,2 т/га. Найбільший вплив на контрольному варіанті мали Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На варіантах із мінеральним живленням максимальні значення показника відмічали за застосування добрив Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

6.2. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на фотосинтетичні показники рослин ріпаку ярого

Ряд авторів стверджують, що процес фотосинтезу складний за своєю природою і надзвичайно важливий. Урожаї сільськогосподарських рослин значною мірою залежать від проходження фотосинтезу та вміння забезпечувати його найвищу продуктивність [5, 6].

Рослинництво являє собою систему оптимального використання фотосинтетичних функцій рослин. Тому кожний агрозахід, що має на меті збільшення врожайності, виявляється ефективним, якщо він дає можливість одержувати в посівах площу листя, яка швидко розвивається і досягає великих розмірів, а також підвищує інтенсивність і продуктивність роботи кожного елемента фотосинтетичного апарату і зберігає їх в активному стані якнайдовший період часу та сприяє використанню продуктів фотосинтезу [2, 8, 9]. Розміри врожаїв знаходяться в тісній залежності від процесу росту, розмірів площі листків, від інтенсивності та продуктивності їх роботи, що зі свого боку впливає на такі показники, як чиста продуктивність фотосинтезу, фотосинтетичний потенціал, вміст хлорофілу в листках. Усі ці показники надзвичайно мінливі [10].

Показники площі листової поверхні змінювалися залежно від норм мінеральних добрив. На контрольному варіанті середня площа листової поверхні у фазу розетки становила 10,6 тис.м²/га. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало показник на 1,7 тис. м²/га, у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ на 4,0 тис. м²/га, а у нормі N₉₀P₉₀K₉₀ – на 6,0 тис. м²/га (табл. 6.4).

У фазу бутонізації на контрольному варіанті площа листової поверхні становила 29,2 тис. м²/га. Застосування добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало площу листової поверхні на 5,9 тис.м²/га порівняно з контролем, у нормах N₆₀P₆₀K₆₀ та N₉₀P₉₀K₉₀ – на 11,3 та 16,2 тис. м²/га відповідно. У фазу цвітіння на контрольному варіанті площа листової поверхні становила 35,5 тис. м²/га, застосування добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ збільшувало показник до 41,4 тис. м²/га, у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ – до 47,4 тис. м²/га, а у нормі N₉₀P₉₀K₉₀ – до 52,7 тис. м²/га.

З урахуванням фактора В на контрольному варіанті площа листової поверхні залежно від застосування добрив для позакореневого підживлення в середньому коливалася в межах 24,9–25,3 тис. м²/га, на варіанті з нормою добрив N₃₀P₃₀K₃₀ – від 29,1 до 30,1 тис. м²/га, на варіанті N₆₀P₆₀K₆₀ показник варіював від 34,0 до 34,5 тис. м²/га, на варіанті з нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀ –

від 38,0 до 38,4 тис. м²/га. Застосування регуляторів росту рослин збільшувало показник у середньому на 0,4–0,5 тис. м²/га.

Таблиця 6.4

Динаміка площі листкової поверхні ріпаку ярого гібрида Мірко залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, тис.м²/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Фаза розвитку			Середнє за фактором В
		розетка	буто-нізання	цвітіння	
Контроль	Контроль	10,7	28,9	35,2	24,9
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	10,6	29,5	35,8	25,3
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	10,6	29,3	35,5	25,1
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	10,6	29,0	35,4	25,0
	Середнє	10,6	29,2	35,5	25,1
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	12,4	34,4	40,6	29,1
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	12,3	34,9	41,5	29,6
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	12,3	35,8	42,3	30,1
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	12,0	35,2	41,3	29,5
	Середнє	12,3	35,1	41,4	29,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	14,8	40,1	47,0	34,0
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	14,4	40,6	47,4	34,1
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	14,6	40,8	48,1	34,5
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	14,4	40,4	47,2	34,0
	Середнє	14,6	40,5	47,4	34,2
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	16,9	44,7	52,4	38,0
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	16,6	45,6	52,7	38,3
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	16,4	45,9	52,9	38,4
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	16,6	45,5	52,7	38,3
	Середнє	16,6	45,4	52,7	38,2

Найбільший вплив на контрольному варіанті мав варіант із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На варіантах із мінеральним живленням максимальні значення показника відмічали за використання Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

У міжфазний період розетка–бутонізація середня чиста продуктивність фотосинтезу на контрольному варіанті становила 2,58 г/м²/добу. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ зменшувало цей показник до 2,43 г/м²/добу, за норми N₆₀P₆₀K₆₀ – до 2,30 г/м²/добу, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ – до 2,17 г/м²/добу. У міжфазний період бутонізація–цвітіння показник становив 3,99 г/м²/добу. Внесення добрив у нормах N₃₀P₃₀K₃₀ та N₆₀P₆₀K₆₀ зменшувало чисту продуктивність фотосинтезу до 3,87 та 3,48 г/м²/добу, а за норми N₉₀P₉₀K₉₀ – до 3,15 г/м²/добу (табл. 6.5).

За аналізом фактора В фіксували зміни чистої продуктивності фотосинтезу залежно від застосованих добрив для позакореневого підживлення. У міжфазний період розетка–бутонізація на контрольному варіанті чиста продуктивність фотосинтезу варіювала від 2,55 до 2,60 г/м²/добу. На варіанті з нормою добрив N₃₀P₃₀K₃₀ чиста продуктивність фотосинтезу була у межах 2,41–2,46 г/м²/добу. На варіанті N₆₀P₆₀K₆₀ чиста продуктивність фотосинтезу становила 2,26–2,33 г/м²/добу. Найбільше значення цього показника спостерігали за внесенням Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га). На фоні добрив N₉₀P₉₀K₉₀ показник був у межах 2,16–2,18 г/м²/добу, а найвище значення було отримане на варіанті із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) – 2,18 г/м²/добу.

Залежно від добрив для позакореневого підживлення у міжфазний період бутонізація–цвітіння на контрольному варіанті чиста продуктивність фотосинтезу була у межах 3,95–4,02 г/м²/добу.

Таблиця 6.5

Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу ріпаку ярого гібрида Мірко залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, г/м²/добу (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Міжфазний період	
		розетка-бутонізація	бутонізація-цвітіння
Контроль	Контроль	2,55	4,02
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	2,57	3,95
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	2,59	3,98
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	2,60	4,01
	Середнє	2,58	3,99
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	2,41	3,95
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	2,44	3,88
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	2,41	3,79
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	2,46	3,87
	Середнє	2,43	3,87
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	2,26	3,52
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	2,32	3,48
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	2,30	3,45
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	2,33	3,49
	Середнє	2,30	3,48
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	2,16	3,18
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	2,18	3,14
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	2,18	3,12
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	2,17	3,14
	Середнє	2,17	3,15

На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник варіював у межах від 3,79 до 3,95 г/м²/добу. Залежно від регуляторів росту на фоні добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ чиста продуктивність фотосинтезу була у межах 3,45–3,52 г/м²/добу. На фоні добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ показник варіював від 3,12–3,18 г/м²/добу.

Варто відмітити, що за цього міжфазного періоду найвищі значення були отримані на контрольному варіанті, що можна пояснити збільшенням вегетаційного періоду за рахунок внесення добрив. Ця тенденція підтверджується також іншими вітчизняними науковцями [7].

Показники фотосинтетичного потенціалу змінювалися залежно від норм мінеральних добрив. У міжфазний період розетка–бутонізація фотосинтетичний потенціал на контрольному варіанті в середньому становив 0,378 млн м² діб/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало цей показник до 0,473 млн м² діб/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 0,577 млн м² діб/га, а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 0,713 млн м² діб/га. У міжфазний період бутонізація–цвітіння показник на контрольному варіанті становив 0,646 млн м² діб/га. Внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало фотосинтетичний потенціал до 0,803 та до 0,966 млн м² діб/га, а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 1,116 млн м² діб/га (табл. 6.6).

Фотосинтетичний потенціал залежно від норм добрив для позакореневого підживлення змінювався і у міжфазний період розетка–бутонізація на контрольному варіанті варіював від 0,376 до 0,381 млн м² діб/га, найвищі показники спостерігали за використання препарату Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ фотосинтетичний потенціал був у межах 0,468–0,481 млн м² діб/га, найвищий показник було відмічено за використання препарату Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

На варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$ показник становив 0,576–0,581 млн м² діб/га, а максимальне значення було отримано на варіанті із застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

Таблиця 6.6

Динаміка фотосинтетичного потенціалу ріпаку ярого гібрида Мірко залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, млн м² діб/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Міжфазний період	
		розетка-бутонізація	бутонізація-цвітіння
Контроль	Контроль	0,376	0,641
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,381	0,653
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,378	0,648
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,375	0,644
	Середнє	0,378	0,646
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	0,468	0,787
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,472	0,802
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,481	0,820
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,472	0,803
	Середнє	0,473	0,803
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	0,576	0,958
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,577	0,968
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,581	0,977
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,575	0,963
	Середнє	0,577	0,966
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	0,708	1,068
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,715	1,130
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,716	1,136
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,714	1,129
	Середнє	0,713	1,116

На фоні добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ показник був у межах 0,708–0,716 млн m^2 діб/га, а найвище значення було отримане на варіанті із застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

Залежно від добрив для позакореневого підживлення у міжфазний період бутонізація–цвітіння на контрольному варіанті фотосинтетичний потенціал був у межах 0,641–0,653 млн m^2 діб/га. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник варіював у межах від 0,787 до 0,820 млн m^2 діб/га. На варіанті з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ фотосинтетичний потенціал був у межах 0,958–0,963 млн m^2 діб/га. На фоні добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ показник варіював від 1,068 до 1,136 млн m^2 діб/га. Тенденція щодо максимальних значень зберігалася, як і у попередній міжфазний період. Можна зробити висновок, що за покращення умов живлення показник фотосинтетичного потенціалу має тенденцію до збільшення. Найменші значення за цього міжфазного періоду були відмічені на контрольних варіантах.

Установлено, що залежно від застосування мінеральних добрив збільшувався вміст хлорофілів «a» і «b». На контрольному варіанті він становив 1,17 мг/г. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ підвищувало їх вміст до 1,23 мг/г, а у нормах $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 1,26 та 1,30 мг/г відповідно (табл. 6.7).

За застосування регуляторів росту рослин вміст хлорофілів «a» і «b» також збільшувався. На контрольному варіанті найвищі показники були за застосування Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) і становили 1,18 мг/г.

На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ найвищі показники спостерігали за застосування Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) – 1,25 мг/га. Подібна тенденція зберігалася і на варіантах з нормами добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$.

Таблиця 6.7

Вміст хлорофілів у листках ріпаку ярого гібрида Мірко залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, мг/г, (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Вміст хлорофілу «а» у рослинному матеріалі, мг/г	Вміст хлорофілу «б» у рослинному матеріалі, мг/г	Вміст хлорофілів «а» та «б» у рослинному матеріалі, мг/г
Контроль	Контроль	0,68	0,48	1,16
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,70	0,47	1,18
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,70	0,47	1,17
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,72	0,45	1,17
	Середнє	0,70	0,47	1,17
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	0,77	0,45	1,21
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,79	0,45	1,24
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,79	0,45	1,25
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,77	0,44	1,22
	Середнє	0,78	0,45	1,23
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	0,83	0,42	1,25
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,85	0,42	1,27
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,85	0,43	1,28
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,81	0,44	1,25
	Середнє	0,83	0,43	1,26
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	0,87	0,41	1,28
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,85	0,45	1,30
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,87	0,44	1,32
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,85	0,45	1,30
	Середнє	0,86	0,44	1,30

6.3. Вплив комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення на продуктивність ріпаку ярого

Застосування мінеральних добрив та добрив для позакореневого підживлення дають можливість значно покращити елементи продуктивності ріпаку [12, 13].

Важливими показниками, що відображають продуктивність сортів ріпаку ярого, є кількість гілок та стручків на рослині, кількість насінин у стручку. Ці показники дають змогу встановити рівень біологічної врожайності, яка завжди є вищою від фактичної [14, 15, 16].

У середньому за роки досліджень на контрольному варіанті кількість гілок I порядку становила 4,20 шт. Внесення добрив суттєво підвищувало показник (додаток С), на варіанті $N_{30}P_{30}K_{30}$ кількість гілок I порядку збільшувалася на 0,20 шт., у нормах $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 0,36 та 0,45 шт. відповідно (табл. 6.8).

Залежно від добрив для позакореневого підживлення кількість гілок I порядку суттєво не збільшувалася і варіювала на контрольному варіанті від 4,11–4,27 шт. Найвищі показники спостерігали на варіанті з внесенням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На варіанті з внесенням добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник був у межах від 4,33–4,47 шт., на варіанті з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ – у межах 4,47–4,61 шт., на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ – у межах 4,59–4,72 шт., а найвищі показники відмічали на варіанті з внесенням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

Залежно від норм мінеральних добрив змінювалася і кількість стручків на рослині. На контрольному варіанті кількість стручків у середньому становила 62,14 шт. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник суттєво не збільшувався до 65,41 шт., тоді як за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ показник суттєво підвищувався до 68,44 шт., а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 72,45 шт. (Додаток Р).

Таблиця 6.8

Структура продуктивності ріпаку ярого гібрида Мірко залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Кількість гілок першого порядку, шт.	Кількість стручків, шт.	Кількість насінин у стручку, шт.
Контроль	Контроль	4,11	61,13	16,43
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,27	63,22	16,51
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,23	62,47	16,47
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,17	61,74	16,45
	Середнє	4,20	62,14	16,47
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	4,33	64,26	17,56
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,40	65,91	17,60
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,47	66,53	17,63
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,38	64,95	17,57
	Середнє	4,40	65,41	17,59
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	4,47	67,64	18,66
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,58	68,38	18,71
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,61	69,72	18,73
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,56	68,02	18,68
	Середнє	4,56	68,44	18,70
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	4,59	71,46	19,75
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,65	72,84	19,79
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,72	73,27	19,81
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	4,63	72,21	19,78
	Середнє	4,65	72,45	19,78
	Duncan test ₀₅ AB	0,17	3,53	0,81

Внесення добрив для позакореневого підживлення несуттєво збільшувало кількість стручків і мало подібну тенденцію, як за попереднього показника. На контрольному варіанті кількість стручків була у межах 61,13–63,22 шт., а максимальні показники на цьому варіанті були відмічені за застосування Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник варіював від 64,26 до 66,53 шт., на варіанті з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ – у межах від 67,64 до 69,72 шт., на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ показник був у межах 71,46–73,27 шт. Максимальні показники на всіх варіантах із внесенням мінеральних добрив відмічали на варіанті із застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

Кількість насінин у стручку з покращенням мінерального живлення суттєво зростала (Додаток Т). Так, на контрольному варіанті кількість насінин у стручку становила 16,47 шт. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало показник на 1,12 шт., у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 2,23 шт., а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 3,31 шт.

Покращення живлення рослин добривами для позакореневого підживлення несуттєво збільшувало кількість насінин у стручку. На контрольному варіанті кількість насінин була у межах 16,43–16,51 шт., найвищі значення були отримані на варіанті з Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник був у межах від 17,56 до 17,63 шт., на варіанті з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ – у межах від 18,66 до 18,73 шт., на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ показник був у межах 19,75–19,81 шт. Максимальні показники на всіх фонах із внесенням мінеральних добрив відмічали на варіанті із застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

Основним показником вирощування ріпаку ярого є його урожайність – інтегруючий показник, який значною мірою залежить від багатьох елементів структури врожаю, погодних умов, які складаються за період вегетації, та інших чинників зовнішнього середовища [17, 18].

За роки досліджень було встановлено, що зі збільшенням норм мінеральних добрив урожайність ріпаку ярого зростала, що пояснюється покращенням рівня живлення рослин (табл. 6.9). У середньому за фактором А на контрольному варіанті урожайність становила 1,71 т/га. Застосування добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло несуттєвому збільшенню показника на 0,18 т/га (Додаток У). Внесення добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ суттєво збільшувало урожайність на 0,36 т/га, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 0,46 т/га порівняно з контролем.

Залежно від фактора В на контрольному варіанті урожайність становила 1,94 т/га. Застосування добрив для позакореневого підживлення несуттєво збільшувало урожайність, зокрема застосування добрива Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) збільшувало урожайність на 0,02 т/га. Внесення добрив Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) підвищувало показник на 0,03 та 0,04 т/га.

За роки досліджень вплив на формування врожайності ріпаку ярого у середньому за 2016–2018 рр.: фактор «норми добрив» становив 47,2 %, фактор «позакореневе підживлення» мав вплив на 0,1 %, фактор «взаємодія факторів» впливав на 49,9 %, а фактор «умови року» – на 2,8 % (рис. 6.1).

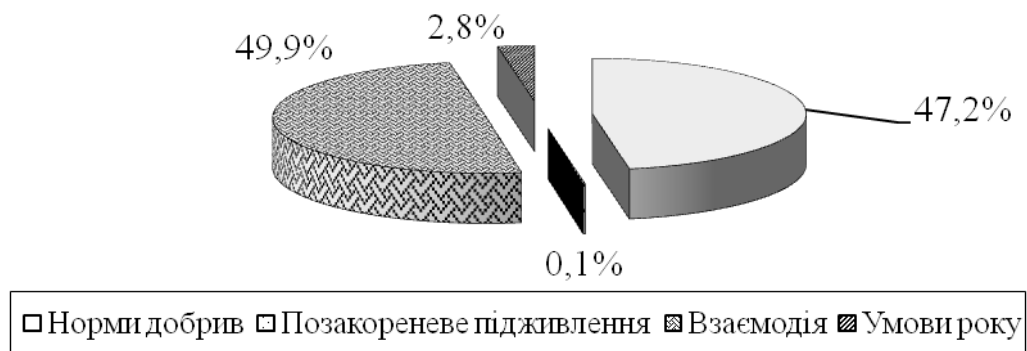


Рис. 6.1. Частка впливу факторів на урожайність ріпаку ярого залежно від норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення, % (середнє за 2016–2018 рр.)

Таблиця 6.9

Урожайність ріпаку ярого гібрида Мірко залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Урожайність, т/га	Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
Контроль	Контроль	1,69	1,71	1,94
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	1,73		1,97
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	1,71		1,98
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	1,70		1,96
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	1,86	1,89	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	1,90		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	1,91		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	1,90		
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	2,06	2,07	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	2,07		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	2,09		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	2,07		
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	2,15	2,17	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	2,17		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	2,19		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	2,17		
Duncan test ₀₅ AB – 0,35 т/га				

Ріпак – олійна культура, маса 1 000 насінин та вміст олії в насінні є основними показниками якості культури.

У більшості систем вирощування сільськогосподарських культур добрива вносять у ґрунт. Але судинні рослини також можуть засвоювати поживні речовини з листя, за умови, що вони недостатньо отримують поживних речовин із ґрунту [19].

Позакореневе підживлення зазвичай є додатковим заходом для забезпечення достатнього живлення рослин. Позакореневі добрива застосовують для зменшення дефіциту поживних речовин або для запобігання йому. Головною метою позакореневого підживлення є усунення «прихованого голоду», що є дуже важливим фактором у виробничих системах із високим виходом урожайності і під час критичних етапів росту, коли коріння не може засвоїти необхідну кількість поживних речовин навіть у родючих ґрунтах. Позакореневе підживлення підтримує швидке засвоєння поживних речовин. Під час внесення добрив у ґрунт рослини можуть їх використовувати через 5–6 днів за умови сприятливих погодних умов, тоді як добрива для позакореневого підживлення засвоюються через 3–4 дні [20].

За результатами досліджень за фактором А маса 1 000 насінин на контрольному варіанті становила 3,63 г. Застосування добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло збільшенню показника на 0,18 г. Внесення добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало масу 1 000 насінин на 0,26 г, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 0,37 г порівняно з контролем (табл. 6.10).

Залежно від фактора В на контрольному варіанті найбільший вплив мали препарати Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га), маса 1 000 насінин становила 3,65 г, що на 0,04 г більше за контроль. На варіантах із застосуванням мінеральних добрив максимальний вплив мали добрива для позакореневого підживлення Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га). На варіантах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ порівняно з контролем показник збільшився на 0,05 г, а на варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 0,04 г.

Таблиця 6.10

Показники якості насіння ріпаку ярого гібрида Мірко залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Маса 1 000 насінин, г	Вміст олії, %
Контроль	Контроль	3,61	42,10
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	3,65	42,30
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	3,63	42,20
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	3,61	42,20
	Середнє	3,63	42,20
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	3,79	41,90
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	3,81	42,10
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	3,84	42,30
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	3,79	42,00
	Середнє	3,81	41,08
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	3,86	41,60
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	3,90	41,80
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	3,91	41,80
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	3,88	41,70
	Середнє	3,89	41,73
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	3,98	41,20
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	4,01	41,30
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	4,02	41,50
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	3,99	41,30
	Середнє	4,00	41,33

Застосування мінеральних добрив сприяло зменшенню вмісту олії в насінні. Так, на контрольному варіанті середній вміст олії становив 42,20 %. Застосування добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ зменшувало вміст олії до 42,08 %, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 41,73 %, а у нормі до $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 41,33 %.

Так само, як і на гірчиці, добрива для позакореневого підживлення сприяли збільшення вмісту олії за різних фонів добрив. Тенденція до впливу зберігалася, як і на попередньому показнику. На контрольному варіанті найбільший вплив мав Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). Вміст олії за застосування цих добрив був на 0,2 % більше за контроль. За різних фонів добрив максимальний вплив мали Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га), застосування цих добрив збільшувало вміст олії на 0,2–0,3 %. Надходження поживних речовин із ґрунту може бути порушене восени, що характеризується коливанням температури та опадами у північно-східній Європі. Ці зміни можуть поставити під загрозу накопичення поживних речовин та утворення здорових розеток ріпаку. Ці проблеми можна ефективно усунути, застосовуючи позакореневе підживлення. Проаналізувавши урожайність та вміст олії, було встановлено, що незважаючи на те що вміст олії за застосування мінеральних добрив зменшувався, урожайність при цьому зростала. Це сприяло збільшенню збору олії. Встановлено, що в умовах північно-східного Лісостепу мінеральні добрива і добрива для позакореневого підживлення збільшували збір олії (табл. 6.11).

За розрахунками збору олії було встановлено, що залежно від фактора А найменший збір олії спостерігався на контрольному варіанті і становив 0,72 т/га, що пояснюється меншою врожайністю на варіанті без добрив [21]. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ збір олії збільшувався до 0,80 т/га, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 0,86 т/га, а у нормі – $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 0,90 т/га.

Залежно від фактора В найбільший збір олії спостерігався за застосування Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) і становив 0,83 т/га, що на 0,02 т/га більше за контрольний варіант.

Таблиця 6.11

Збір олії ріпаку ярого гібрида Мірко залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Збір олії, т/га	Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
Контроль	Контроль	0,71	0,72	0,81
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,73		0,82
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,72		0,83
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,72		0,82
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	0,78	0,80	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,80		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,81		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,80		
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	0,86	0,86	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,87		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,87		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,86		
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	0,89	0,90	
	Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га)	0,90		
	Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га)	0,91		
	Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)	0,90		

Добрива для позакореневого підживлення Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) збільшували показник на 0,01 т/га.

Висновки до розділу 6

1. Покращення рівня мінерального живлення впливало на збільшення висоти рослин ріпаку ярого. Максимального значення показник набував у фазу дозрівання з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ на варіанті з внесенням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) і становив 128,9 см. Вищезазначені варіанти також забезпечили в середньому найбільше значення показників зеленої маси (17,92 т/га) та сухої речовини (4,88 т/га).

2. Покращення умов живлення рослин підвищувало основні фотосинтетичні показники. Максимальні середні значення цих показників фіксували на варіантах із нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га): площа листкової поверхні – 38,4 тис. m^2 /га; фотосинтетичний потенціал – 0,977 млн m^2 діб/га; вміст хлорофілу «a» та «b» – 1,32 мг/г. Найвищі значення чистої продуктивності фотосинтезу були отримані на контрольному варіанті у міжфазний період бутонізація–цвітіння – 4,02 $г/м^2$ /добу.

3. Показники структури продуктивності рослин були максимальні на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ за застосування Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га). Так, було отримано найвищий показник кількості гілок I порядку – 4,72 шт., кількості стручків на рослині – 72,21 шт. та кількості насінин у стручку – 19,81 шт.

4. Установлено суттєве підвищення врожайності ріпаку ярого за внесення мінеральних добрив. На контрольному варіанті урожайність становила 1,71 т/га. Застосування добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло збільшенню показника на 0,18 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало урожайність на 0,36 т/га, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 0,46 т/га порівняно з контролем. Залежно від позакореневого підживлення суттєвий вплив мали добрива Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га), що підвищували показник на 0,04 т/га.

5. За роки досліджень вплив на формування врожайності ріпаку ярого у середньому за 2016–2018 рр. такий: фактор «норми добрив» становив 47,2 %, фактор «позакореневе підживлення» впливав на 0,1 %, фактор «взаємодія факторів» впливав на 49,9 %, а фактор «умови року» на – 2,8 %.

6. Максимальне значення маси 1 000 шт. насінин було зафіксовано на фоні добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ на варіанті із застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) – 4,02 г. Найвищий вміст олії було зафіксовано на контрольному варіанті із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) – 42,30 %.

7. За розрахунками збору олії було встановлено, що залежно від фактора А найменший збір олії спостерігався на контрольному варіанті і становив 0,72 т/га. На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ збір олії збільшувався до 0,80 т/га, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 0,86 т/га, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 0,90 т/га. Залежно від фактора В найбільший збір олії спостерігався за застосування Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) і становив 0,83 т/га, що на 0,02 т/га більше за контрольний варіант. Добрива для позакореневого підживлення Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) збільшували показник на 0,01 т/га.

Список використаної літератури до розділу 6

1. Камінська Т. В. Вплив мінеральних добрив та стимулятора росту на урожайність та якість насіння ярого ріпака в умовах Полісся. URL: http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/6694/4/VZNAU_2007_1_18_66-73.pdf (дата звернення: 11.12.2020).
2. Yasari E., Patwardhan A.(2006). Physiological analysis of the growth and development of canola (*Brassica napus*L.). Asian Journal of Plant Sciences. 5(5):745–752.
3. Абрамик М. І., Лис Н. М. Вплив способів основного обробітку ґрунту та мінерального живлення на формування асиміляційної поверхні та накопичення сухої речовини ріпаку озимого в умовах Передкарпаття. *Наукові доповіді НУБіП*. 2010. № 6 (22). URL: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2010_6/10lnmfsc.pdf (дата звернення: 8.10.2020).
4. Дударчук І. С., Плакса В. М., Нечипорук В. М. Вплив технології вирощування на біометричні показники рослин ріпаку озимого у різні фази росту та розвитку. *Корми і кормовиробництво*. 2014. Вип. 78. С. 67–75.
5. Цехмейструк М. Г., Стрельцова І. Б. Формування урожайності сортами ріпаку ярого в умовах східного Лісостепу України. Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААНУ. *Селекція і насінництво*. 2010. Вип. 98. С. 238–243.
6. Singh J., Kumar, S., Dhingra, K.K., Singh, J. and Kumar, S. (1997). Leaf-area index relationship with solar-radiation interception and yield of Indian mustard (*Brassica juncea*) as influenced by plant population and nitrogen. Journal of Research, PAU. 34(3), 271–274.
7. 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: Сумський національний аграрний університет. 2018. 24 с.

8. Ситник К. М., Ейнон Л. О. Життя зеленого листа. К.: Наукова думка, 1973. 189 с.
9. Лебедев С. И. Физиология растений. М.: Агропромиздат, 1988. 544 с.
10. Ничипорович А. А. Основы фотосинтетической продуктивности растений. *Современные проблемы фотосинтеза*. М.: МГУ, 1973. С. 5–28.
11. Гойсюк С. О. Фотосинтетична продуктивність та урожайність озимого ріпака в умовах південної частини західного Лісостепу України. *Вісник ДАУ*. № 2. 2003. С. 218–224.
12. Siadat S. A., Sadeghipour O.A., Hashemi-dezfouli A.H. (2010). Effect of nitrogen and plant density on yield and yield component of Rapeseed. *J. Crop Prod. Res.* 2:49–62 (In Persian).
13. Rathke G. W., Christen O., Diepenbrock W. (2005). Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. *Field Crops Res.*, 94, 103–113.
14. Мельник А. В. Агробіологічні особливості вирощування соняшнику та ріпаку ярого в умовах північно-східного Лісостепу України: монографія. Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. 229 с.
15. Вишнівський П. С., Катеринчук І. М. Формування елементів продуктивності ріпаку ярого залежно від фракційного складу насіння та дії препарату «Піктор» на основі боскаліду та дімоксістробіну. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2016. № 6.
16. Лихочвор В. В. Ріпак озимий та ярий. Львів: Укр. технології, 2002. 45 с.
17. Бучинський І. М. Урожайність та якість насіння сортів ріпаку ярого залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Західного: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.09. Вінниц. держ. аграр. ун-т. Вінниця, 2010. 20 с.

18. Patil B. N., Lakkineni K. C., Bhargava S. C. (1996). Seed yield and yield contributing characters as influenced by N supply in rapeseed-mustard. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 177(3):197–205.
19. Rathke G. W., Behrens T., Diepenbrock W. (2006). Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Agric. Ecosyst. Environ.* 117, 80–108.
20. Patil B. N., Bhargava S. C. (1987). Seed quality studies in rapeseed mustard in relation to nitrogen nutrition. *Ann. Plant Physiol.* 1: 81–87.
21. Шаббїр Г. Урожайність і якість насіння ріпаку ярого залежно від комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2020. № 111. С. 166–173.

РОЗДІЛ 7

ЕКОНОМІЧНА І ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР РОДИНИ КАПУСТЯНИХ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ

7.1. Економічна ефективність олійних культур родини капустяних залежно від комплексного застосування добрив

Економічна ефективність – це отримання вартісних показників шляхом співвідношення ресурсів і результатів виробництва.

Систему визначення економічної ефективності вирощування сільськогосподарських культур потрібно створювати за таким принципом, щоб вона максимально могла розкрити два взаємозв'язаних і взаємозалежних аспекти діяльності сільськогосподарських підприємств. Основні ж аспекти – це раціональність використання аграрними підприємствами земельних ресурсів за показниками загального ефекту на одиницю площі с.-г. угідь, а також показники економічності виробництва, що розкривають ціну одержаного ефекту [1].

Для того щоб оцінити виробництво всебічно та провести поглиблений аналіз, потрібно досить часто користуватися традиційними показниками рентабельності, адже саме вони й акумулюють вплив усіх природних, економічних та організаційно-господарських факторів [2].

Для оцінювання ефективності впровадження нових технологічних операцій необхідно враховувати абсолютно всі показники рентабельності. Одним із важливих показників економічної ефективності є маса прибутку, вона допомагає скласти правильне уявлення не лише про вигідність вирощування певного виду продукції в умовах господарства, а й про економічний ефект загалом. Адже часто використання необґрунтованих прийомів технології вирощування може призвести до отримання занадто дорогої продукції і, як наслідок, – збитків.

Результати обрахунків свідчать, що вирощування гірчиці сизої сорту Пріма є економічно вигідним абсолютно на всіх варіантах дослідів. Залежно від норм внесення добрив та варіантів позакореневого підживлення основні показники економічної ефективності варіювали: собівартість – 6 153,1–10 228,0 грн/т, прибуток – 7 318–11 547 грн/га, рентабельність – 37–128 % (табл. 7.1) (Додатки Р.1–Р.2).

Таблиця 7.1

**Економічна ефективність вирощування гірчиці сизої сорту Пріма
залежно від застосування добрив (середнє за 2016–2018 рр.)**

Норми добрив	Позакореневе підживлення	Економічні показники			
		Урожайність, т/га	Собівартість, грн/т	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
Контроль	Контроль	1,40	6 153,1	10 986	128
	Басфоліар 12-4-6+S Солю Бор	1,42	6 665,0	10 416	110
	Вуксал борон Вуксал біоаміноплант	1,41	7 394,9	9 313	89
	Спектрум В+Мо Спектрум Аскоріст	1,41	7 470,2	9 207	87
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	1,67	7 085,8	11 547	98
	Басфоліар 12-4-6+S Солю Бор	1,69	7 504,9	10 977	87
	Вуксал борон Вуксал біоаміноплант	1,68	8 122,5	9 874	72
	Спектрум В+Мо Спектрум Аскоріст	1,69	8 144,7	9 895	72
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	1,85	8 076,5	10 959	73
	Басфоліар 12-4-6+S Солю Бор	1,89	8 368,4	10 644	67
	Вуксал борон Вуксал біоаміноплант	1,87	8 966,0	9 414	56
	Спектрум В+Мо Спектрум Аскоріст	1,88	8 981,4	9 435	56
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	1,91	9 371,1	8 841	49
	Басфоліар 12-4-6+S Солю Бор	1,95	9 627,5	8 526	45
	Вуксал борон Вуксал біоаміноплант	1,96	10 082,2	7 679	39
	Спектрум В+Мо Спектрум Аскоріст	1,94	10 228,0	7 318	37

Отриманий найвищий показник рентабельності свідчить, що найвигідніше вирощувати гірчицю сизу сорту Пріма без внесення добрив та позакореневого підживлення. Це пояснюється тим, що за рахунок відсутності витрат на добрива зменшується собівартість і, як наслідок, рентабельність зростає.

Зважаючи на це, висновки щодо економічної ефективності можна зробити за масою прибутку з одиниці площі, адже прибуток є не лише основним мотивом, й результатом діяльності сільськогосподарського підприємства. Тож найвищий рівень прибутку 11 547 грн/га був зафіксований у варіанті з нормою внесення добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ за відсутності позакореневого підживлення.

Найнижчі основні показники економічної ефективності були визначені для варіанта з нормою внесення добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та за позакореневого підживлення Спектрум В+Мо + Спектрум Аскоріст. Рентабельність на цьому варіанті становила лише 37 %, а маса прибутку на одиницю площі – 7 318 грн/га, це свідчить про досить високу собівартість, яку зумовили витрати на добрива та їх внесення.

Дослідження показників економічного ефекту вирощування гірчиці білої сорту Ослава залежно від застосування добрив та позакореневого підживлення відображені в табл. 7.2.

Основні економічні показники свідчать про безпосередній вплив застосування добрив при вирощуванні гірчиці білої сорту Ослава, адже вони мали досить широкий діапазон коливань собівартості – 5 666,7–9 210,4 грн/т, що стало причиною варіювання прибутку – 9 592–13 495 грн/га та рентабельності – 47–138 %.

Однією з причин збільшення собівартості є витрати, пов'язані із внесенням добрив та позакореневого підживлення, що тягнуть за собою грошові видатки на амортизацію основних фондів, придбання якісної сировини та матеріалів, паливо-мастильні речовини та оплату праці працівникам підприємства. Максимальний показник рентабельності (138 %)

було отримано за відсутності внесення добрив та позакореневого підживлення. Мінімальна рентабельність була зафіксована за вирощування гірчиці білої сорту Ослава на варіантах із нормою внесення добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та за позакореневого підживлення Вуксал борон + Вуксал біоаміноплант та Спектрум В+Мо + Спектрум Аскоріст і становила 47 %.

Таблиця 7.2

**Економічна ефективність вирощування гірчиці білої сорту Ослава
залежно від застосування добрив (середнє за 2016–2018 рр.)**

Норми добрив	Позакореневе підживлення	Економічні показники			
		Урожайність, т/га	Собівартість, грн/т	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
Контроль	Контроль	1,56	5 666,7	12 220	138
	Басфоліар 12-4-6+S Солю Бор	1,58	6 132,9	11 640	120
	Вуксал борон Вуксал біоаміноплант	1,56	6 820,5	10 420	98
	Спектрум В+Мо Спектрум Аскоріст	1,60	6 782,2	10 681	99
$N_{30}P_{30}K_{30}$	Контроль	1,91	6 434,6	13 495	110
	Басфоліар 12-4-6+S Солю Бор	1,93	6 808,3	12 915	98
	Вуксал борон Вуксал біоаміноплант	1,92	7 345,0	11 818	84
	Спектрум В+Мо Спектрум Аскоріст	1,94	7 368,5	11 834	83
$N_{60}P_{60}K_{60}$	Контроль	2,12	7 340,5	13 058	84
	Басфоліар 12-4-6+S Солю Бор	2,14	7 669,0	12 478	76
	Вуксал борон Вуксал біоаміноплант	2,13	8 156,9	11 381	66
	Спектрум В+Мо Спектрум Аскоріст	2,16	8 142,0	11 520	66
$N_{90}P_{90}K_{90}$	Контроль	2,18	8 555,2	10 780	58
	Басфоліар 12-4-6+S Солю Бор	2,19	8 898,5	10 077	52
	Вуксал борон Вуксал біоаміноплант	2,23	9 198,5	9 592	47
	Спектрум В+Мо Спектрум Аскоріст	2,24	9 210,4	9 609	47

Щодо маси прибутку, то максимум (13 495 грн/га) був зафіксований за норми внесення добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ та відсутності позакореневого підживлення. Мінімальний прибуток було виявлено для варіанта з нормою внесення добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та позакореневого підживлення Вуксал борон + Вуксал біоаміноплант, він становив 9 592 грн/га.

Таблиця 7.3

**Економічна ефективність вирощування гірчиці чорної сорту Софія
залежно від застосування добрив (середнє за 2016–2018 рр.)**

Норми добрив	Позакоренеve підживлення	Економічні показники			
		Урожайність, т/га	Собівартість, грн/т	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
Контроль	Контроль	0,99	8 263,4	7 659	94
	Басфоліар 12-4-6+S Солю Бор	1,03	8 791,9	7 424	82
	Вуксал борон Вуксал біоаміноплант	1,00	9 993,2	6 007	60
	Спектрум В+Мо Спектрум Аскоріст	1,00	10 099,5	5 901	58
$N_{30}P_{30}K_{30}$	Контроль	1,27	8 986,0	8 908	78
	Басфоліар 12-4-6+S Солю Бор	1,30	9 442,0	8 525	69
	Вуксал борон Вуксал біоаміноплант	1,27	10 403,4	7 108	54
	Спектрум В+Мо Спектрум Аскоріст	1,28	10 414,8	7 149	54
$N_{60}P_{60}K_{60}$	Контроль	1,52	9 610,3	9 712	66
	Басфоліар 12-4-6+S Солю Бор	1,55	9 980,7	9 330	60
	Вуксал борон Вуксал біоаміноплант	1,54	10 670,5	8 207	50
	Спектрум В+Мо Спектрум Аскоріст	1,56	10 617,8	8 396	51
$N_{90}P_{90}K_{90}$	Контроль	1,55	10 698,3	7 748	50
	Басфоліар 12-4-6+S Солю Бор	1,57	10 523,6	7 693	52
	Вуксал борон Вуксал біоаміноплант	1,56	11 130,3	7 571	44
	Спектрум В+Мо Спектрум Аскоріст	1,59	11 024,0	7 907	45

При вирощуванні гірчиці чорної сорту Софія визначали економічну ефективність залежно від застосування добрив. Показники коливались в таких межах: собівартість – 8 263,4–11 130,3 грн/т, прибуток – 5 901–9 712 грн/га, рентабельність – 44–94 % (табл. 7.3).

Найвищий показник рентабельності (94 %) для гірчиці чорної було визначено за відсутності внесення мінеральних добрив та позакореневого підживлення. Щодо найнижчого рівня рентабельності, то він був зафіксований на рівні 44 % за внесення мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та позакореневого живлення Вуксал борон + Вуксал біоаміноплант. Уже на цьому етапі можемо говорити про певну тенденцію коливання рентабельності для гірчиці сизої, білої та чорної.

Максимальна маса прибутку становила 9 712 грн/га та була розрахована за внесення мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та відсутності позакореневого підживлення. Мінімальний прибуток, який становив 5 901 грн/га, було отримано за відсутності внесення мінеральних добрив та позакореневого підживлення Спектрум В+Мо + Спектрум Аскоріст.

Загальна тенденція щодо показника рентабельності, яку було визначено в попередніх сортах гірчиці сизої сорту Пріма, гірчиці білої сорту Ослава та гірчиці чорної сорту Софія, збереглась і для ріпаку ярого гібрида Мірко. Залежно від норми внесення та варіанта позакореневого підживлення змінювались і показники рентабельності.

Так, було зафіксовано, що в зв'язку з відсутністю мінерального удобрення та позакореневого підживлення рентабельність завжди залишалася на максимальному рівні. Витрати, пов'язані з внесенням добрив, скоротилися до мінімуму, собівартість знизилася і, як наслідок, забезпечила вищу окупність основних фондів, що й дає досить високі показники рентабельності.

Оцінка економічної ефективності вирощування ріпаку ярого гібрида Мірко залежно від застосування добрив та позакореневого підживлення демонструє коливання основних показників у межах 5 315,5–9 279,5 грн/т

для собівартості, 6 988–12 142 грн/га для прибутку та 35–135 % для рентабельності.

Залежність показників економічного ефекту від застосування добрив при вирощуванні ріпаку ярого гібрида Мірко було наведено в табл. 7.4.

Таблиця 7.4

**Економічна ефективність вирощування ріпаку ярого гібрида Мірко
залежно від застосування добрив (середнє за 2016–2018 рр.)**

Норми добрив	Позакореневе підживлення	Економічні показники			
		Урожайність, т/га	Собівартість, грн/т	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
Контроль	Контроль	1,69	5 315,5	12 142	135
	Басфоліар 12-4-6+S Солю Бор	1,73	5 698,3	11 767	119
	Вуксал борон Вуксал біоаміноплант	1,71	6 320,6	10 567	98
	Спектрум В+Мо Спектрум Аскоріст	1,70	6 412,9	10 348	95
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Контроль	1,86	6 410,1	11 510	95
	Басфоліар 12-4-6+S Солю Бор	1,90	6 817,1	10 797	83
	Вуксал борон Вуксал біоаміноплант	1,91	7 330,3	9 822	71
	Спектрум В+Мо Спектрум Аскоріст	1,90	7 386,2	9 716	69
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	2,06	7 383,8	10 539	69
	Басфоліар 12-4-6+S Солю Бор	2,07	7 752,7	9 827	61
	Вуксал борон Вуксал біоаміноплант	2,09	8 190,2	8 964	53
	Спектрум В+Мо Спектрум Аскоріст	2,07	8 275,1	8 746	51
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль	2,15	8 434,2	8 782	48
	Басфоліар 12-4-6+S Солю Бор	2,17	8 781,3	8 070	42
	Вуксал борон Вуксал біоаміноплант	2,19	9 157,7	7 320	36
	Спектрум В+Мо Спектрум Аскоріст	2,17	9 279,5	6 988	35

Максимальний показник рентабельності при вирощуванні ріпаку ярого гібрида Мірко було розраховано за відсутності внесення мінеральних добрив та позакореневого підживлення, він становив 135 %. Мінімальний показник

(35 %) було одержано за норми внесення добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та позакореневого підживлення Спектрум В+Мо + Спектрум Аскоріст.

Загалом, досліджуючи економічну ефективність вирощування олійних культур родини капустяних, ми визначили залежність від застосування добрив та позакореневого підживлення. Так, найвищі показники рентабельності (138 %) було отримано при вирощуванні гірчиці білої сорту Ослава за відсутності внесення мінеральних добрив та позакореневого живлення. Така сама тенденція збереглась і для інших досліджуваних сортів гірчиці сизої, чорної та ріпаку ярого.

Рентабельність завжди була максимальною за відсутності мінерального та позакореневого підживлення. Це можна пояснити лише тим, що при застосуванні як мінеральних добрив, так і препаратів для позакореневого підживлення збільшуються витрати, що спричиняє зростання собівартості. Це впливає на рівень окупності основних матеріальних ресурсів, тобто зменшує рентабельність. Але, як відомо, для того щоб визначити економічний ефект загалом, потрібно звертати увагу не лише на рентабельність, а й на масу прибутку з одиниці площі.

Максимальний рівень прибутку отримали при вирощуванні гірчиці білої сорту Ослава за норми внесення добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ та відсутності позакореневого підживлення. Схожа залежність проявилася і для гірчиці сизої сорту Пріма, при вирощуванні якої отримали масу прибутку 11 547 грн/га за норми внесення добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ та відсутності позакореневого підживлення.

7.2. Енергетична ефективність олійних культур родини капустяних залежно від застосування добрив

Характеристику технології вирощування в розрізі ступеня використання енергії на одиницю кінцевого продукту виробництва називають енергетичною ефективністю. Здебільшого вона оцінюється не

лише кількісними показниками, такими, як кількість використаної енергії на одиницю кінцевого продукту, й якісними – висока або низька [4].

Оцінити енергетичну ефективність технологій виробництва продукції рослинництва можна за допомогою коефіцієнта енергетичної ефективності (K_{ee}), який визначається як відношення кількості енергії, яку отримали з урожаєм, до повної енергоємності продукції рослинництва з одиниці площі. Вважають, якщо коефіцієнт більше 1, то така олійна культура з точки зору енергетичної оцінки є не лише прибутковою, а й ефективною [3].

Комплексний розрахунок енергетичної ефективності за вирощування олійних культур родини капустяних залежно від застосування добрив наведено в додатку X. Для детальнішого аналізу енергоефективності нижче зображені рівні K_{ee} щодо кожного досліджуваного виду.

Оцінка енергетичної ефективності при вирощуванні гірчиці сизої сорту Пріма залежно від застосування добрив показана на рис. 7.1.

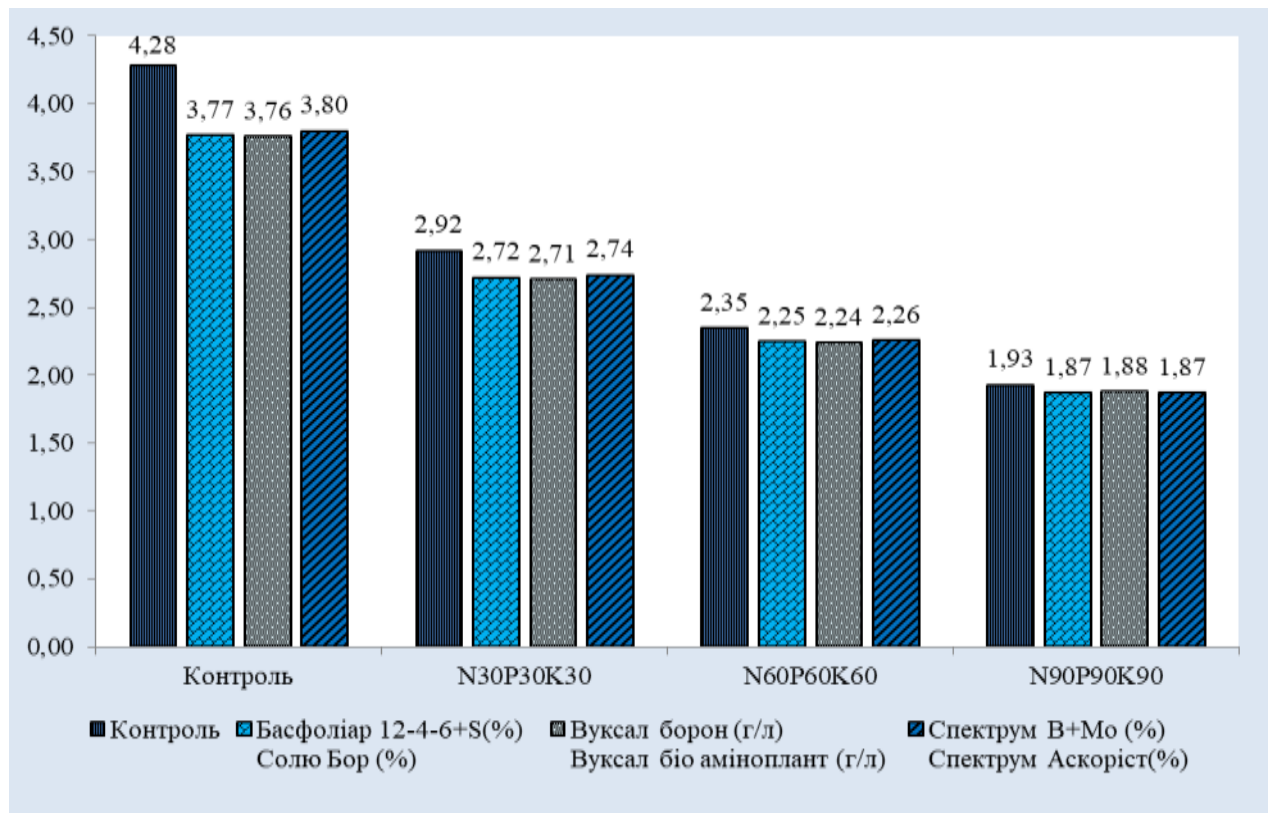


Рис. 7.1. Енергетична оцінка ефективності вирощування гірчиці сизої сорту Пріма залежно від застосування добрив (середнє за 2016–2018 рр.)

Для цього сорту максимальний вихід енергії з урожаєм (32 242 мДж) було зафіксовано на варіанті з нормою внесення добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та за позакореневого підживлення Вуксал борон + Вуксал біоаміноплант. Мінімальний (23 030 мДж) – на варіанті без добрив та позакореневого підживлення.

Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності, який дорівнював 4,28, було отримано за відсутності внесення добрив та позакореневого підживлення. Найнижчий $K_{ec}=1,87$ було зафіксовано для двох варіантів позакореневого підживлення (Спектрум В+Мо + Спектрум Аскоріст та Басфоліар 12-4-6+S + Солю Бор) за норми внесення мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$.

Показники енергетичної ефективності залежно від застосування добрив для гірчиці білої сорту Ослава зображені на рис. 7.2.

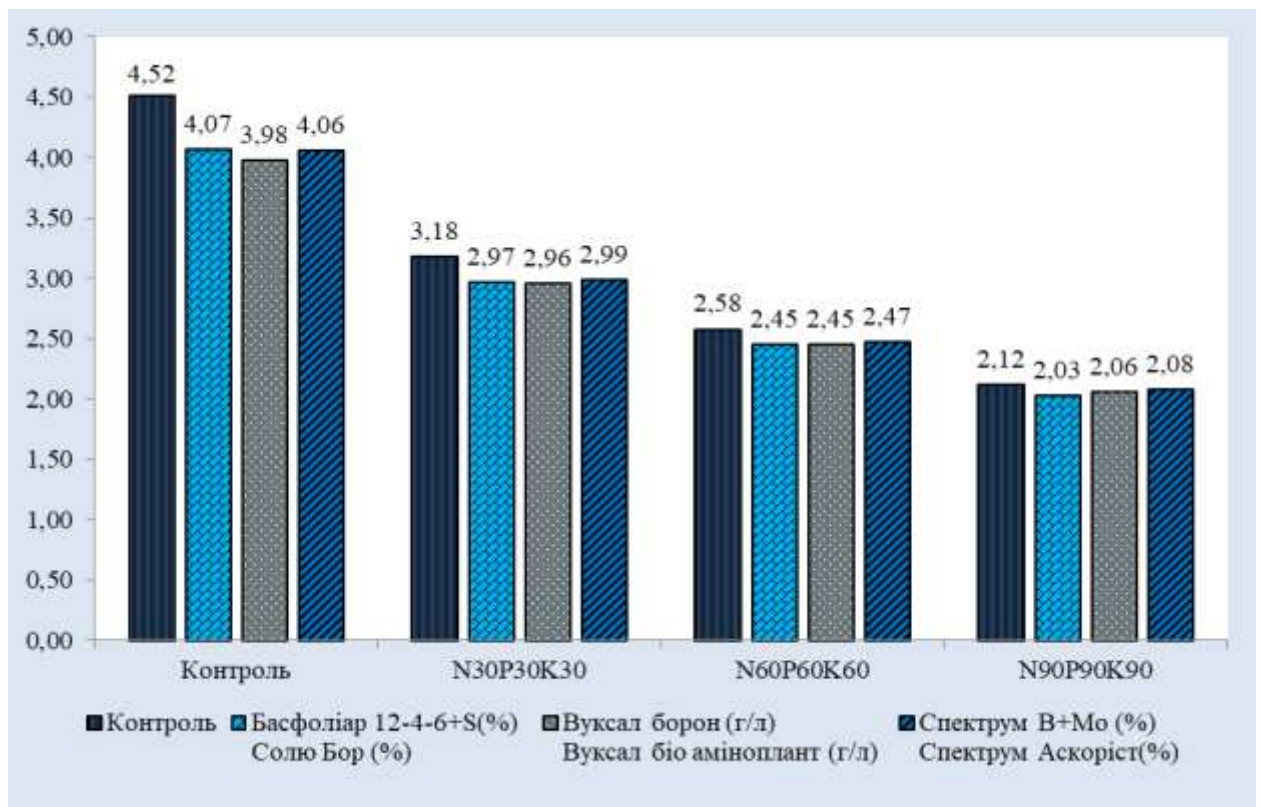


Рис. 7.2. Енергетична оцінка ефективності вирощування гірчиці білої сорту Ослава залежно від застосування добрив (середнє за 2016–2018 рр.)

Найвищий рівень виходу енергії з урожаєм було одержано за норми внесення добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та позакореневого підживлення препаратами Спектрум В+Мо + Спектрум Аскоріст, він становив 36 848 мДж. Найнижчий показник виходу енергії з урожаєм, що становив 25 662 мДж, було отримано на варіанті за відсутності внесення добрив та позакореневого підживлення.

Сорт Ослава отримав максимальне значення K_{ee} – 4,52 на контрольному варіанті за відсутності внесення добрив та позакореневого підживлення. Щодо мінімального значення коефіцієнта енергетичної ефективності, то він дорівнював 2,03 і подібно до гірчиці сизої був одержаний за норми внесення добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та позакореневого підживлення препаратами Басфоліар 12-4-6+S + Солю Бор.

Аналіз енергетичної ефективності вирощування гірчиці чорної сорту Софія залежно від застосування добрив показано на рис. 7.3.

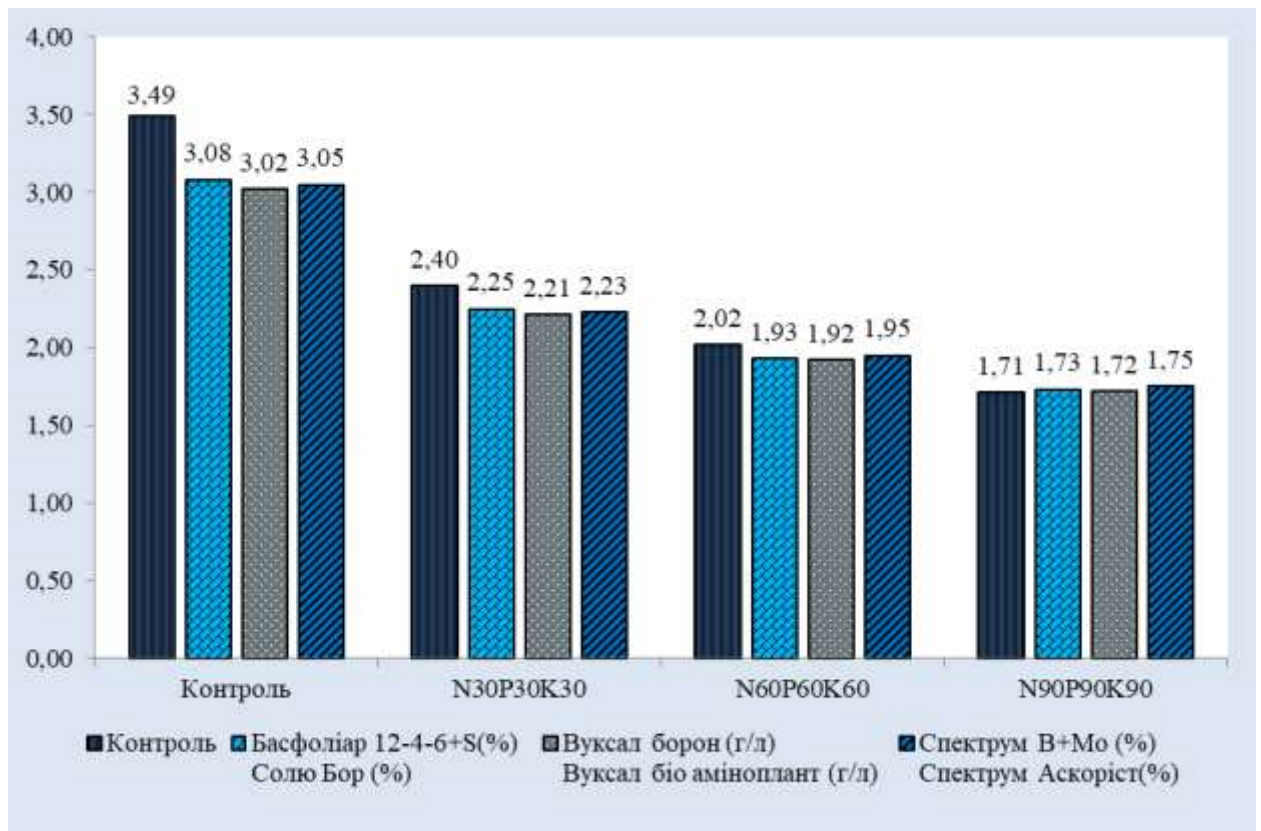


Рис. 7.3. Енергетична оцінка ефективності вирощування гірчиці чорної сорту Софія залежно від застосування добрив (середнє за 2016–2018 рр.)

Найвищий рівень виходу енергії з урожаєм становив 29 446 мДж при вирощуванні гірчиці чорної залежно від норми внесення добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та позакореневого підживлення Вуксал борон + Вуксал біоаміноплант. Мінімальний рівень виходу енергії з урожаєм становив 16 286 мДж та був отриманий за відсутності внесення добрив.

Коефіцієнт енергетичної ефективності коливався залежно від застосування добрив, тому констатуємо, що найвищий $K_{ee}=3,49$ було зафіксовано на варіанті без добрив та позакореневого підживлення, а найнижчий – 1,71 було отримано за норми внесення добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та відсутності позакореневого підживлення.

Оцінити енергоефективність вирощування ріпаку ярого сорту Гладіатор за різних норм внесення мінеральних добрив дозволяє рис. 7.4.

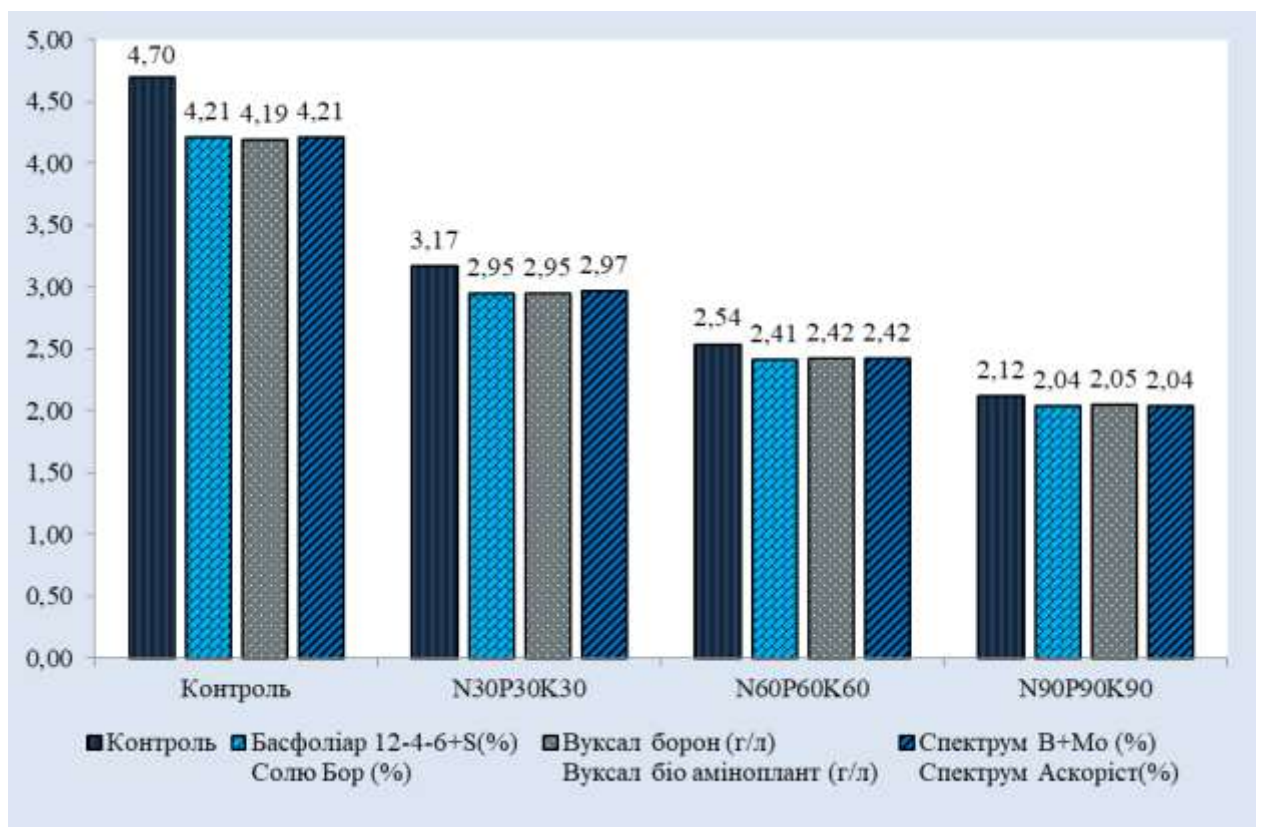


Рис. 7.4. Енергетична оцінка ефективності вирощування ріпаку ярого гібрида Мірко залежно від застосування добрив (середнє за 2016–2018 рр.)

У цьому варіанті досліджень найвищий рівень виходу енергії з урожаєм, подібно до вищеописаних сортів гірчиці сизої, білої та чорної, було отримано за норми внесення добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$, але за іншого варіанта позакореневого підживлення, а саме Вуксал борон + Вуксал біоаміноплант. Щодо найнижчого рівня виходу енергії, то тенденція збереглась, і він був зафіксований для контрольного варіанта без добрив.

Енергетичний коефіцієнт ефективності для сорту ріпаку ярого Гладіатор мав максимальне значення 4,70 і був визначений у контрольному варіанті без внесення будь-яких добрив. Мінімальне значення $K_{ee}=2,04$ відповідно до сформованої тенденції зафіксовано за норми внесення добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ та позакореневого підживлення препаратами Басфоліар 12-4-6+S + Солю Бор та Спектрум В+Мо + Спектрум Аскоріст.

Після проведення енергетичної оцінки ефективності вирощування олійних культур родини капустяних можна говорити про енергетичну вигідність, адже жоден із коефіцієнтів не становив менше 1. Загалом була визначена тенденція відносно K_{ee} , що максимальні значення належали варіантам з відсутністю внесення добрив, а мінімальні – за норми внесення добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$. Це було спричинено тим, що підвищення норми внесення добрив суттєво збільшувало витрати енергії (на 27,7–58,3 %) через досить високу енергоємність добрив. При цьому зі збільшенням норми внесення добрив збільшувались і витрати сукупної енергії, а наслідком було зниження енергетичного коефіцієнта.

Висновки до розділу 7

Провівши оцінку економічної та енергетичної ефективності вирощування олійних культур родини капустяних залежно від застосування добрив, можемо зробити такі висновки:

1. Вирощування олійних культур родини капустяних в умовах північно-східного Лісостепу України є вигідним як в економічному, так і енергетичному розрізі питань. Це демонструють одержані маси прибутків, рівні рентабельності та показники коефіцієнтів енергетичної ефективності.

2. Для олійних культур родини капустяних максимальний рівень рентабельності (135–138 %) було отримано за відсутності внесення мінеральних добрив.

3. Максимальну масу прибутку з одиниці площі (13 495 грн/га) було отримано під час вирощування гірчиці білої сорту Ослава за норми внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ та відсутності позакореневого підживлення.

4. Розрахована структура витрат при вирощуванні олійних культур родини капустяних, таких, як гірчиця сиза, біла, чорна та ріпак ярий: витрати на оплату праці в середньому для всіх культур становлять $\approx 5\text{--}12\%$; насіння $\approx 2\text{--}6\%$ (вітчизняне) та $7\text{--}14\%$ (іноземне); засоби захисту $\approx 11\text{--}36\%$; пальне $\approx 20\text{--}44\%$; інші витрати $\approx 20\%$. Внесення мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ (16–20%), $N_{60}P_{60}K_{60}$ (26–31 %); $N_{90}P_{90}K_{90}$ (33–39 %).

5. Максимальні значення коефіцієнта енергетичної ефективності ($K_{ee} = 3,49\text{--}4,70$) абсолютно для всіх сортів, що досліджувались, забезпечували такі фактори, як відсутність мінерального живлення та позакореневого підживлення. Внесення добрив обумовлювало зниження енергетичної ефективності абсолютно на всіх варіантах вирощування олійних культур родини капустяних. Коефіцієнти енергетичної ефективності знижувалися за внесення добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ на 1,09–1,36; $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 1,47–1,94; $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 1,78–2,40 порівняно з контролем.

Список використаних джерел до розділу 7

1. Мацибора В. І. Економіка сільського господарства: підручник / Мацибора В. І. К.: Вища шк., 1994. 415 с.
2. Ященко О. І., Романюк О. П. Економічні та соціальні аспекти оцінки ефективності. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2008. Вип. 18.6. С. 237–238.
3. Економіка сільського господарства: навч. посібник / Збарський В. К., Мацибора В. І. та ін.; за ред. В. К. Збарського і В. І. Мацибори. К.: ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2013. 316 с.
4. Медведовський 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 наукового завдання щодо оптимізації технології вирощування гірчиці сизої, білої, чорної та ріпаку ярого в умовах північно-східного Лісостепу України, що полягають у визначенні закономірностей формування врожайності за різних варіантів комплексного живлення. Одержані результати дозволяють сформулювати такі висновки:

1. Для гірчиці сизої внесення макро- і мікродобрив сприяло збільшенню морфометричних параметрів та фотосинтетичних показників. Максимальні значення одержані на варіантах $N_{90}P_{90}K_{90}$ із застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га): висота рослин – 145,6 см; зелена маса (22,27 т/га) та суха речовина (7,79 т/га); площа листової поверхні – 38,4 тис. м²/га; фотосинтетичний потенціал – 0,885 млн м² діб/га; загальний вміст хлорофілів «a» та «b» – 1,08 мг/г.

2. Встановлено суттєве підвищення врожайності гірчиці сизої за внесення $N_{30-90}P_{30-90}K_{30-90}$ до 1,68–1,95 т/га, що на 0,27–0,53 т/га більше за контрольний варіант. Більш ефективним було комбіноване внесення Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) або Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га). Урожайність – 1,74 т/га, що на 0,03 т/га більше за контроль.

3. Максимальне значення маси 1 000 шт. насінин гірчиці сизої зафіксовано на фоні $N_{90}P_{90}K_{90}$ із застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) – 2,88 г. Найвищий вміст олії зафіксовано на контрольному варіанті із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) – 41,70 %. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло збільшенню збору олії до 0,70 т/га, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 0,77 т/га, у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 0,78 т/га. Найбільший збір олії отримали за застосування Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) або Басфоліар 12-4-

6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) – 0,72 т/га, що на 0,2 т/га більше за контроль.

4. Для гірчиці білої найбільш ефективним виявився варіант N₉₀P₉₀K₉₀ за використання Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), що сприяло формуванню 25,67 т/га зеленої маси та 9,04 т/га сухої речовини. На цьому варіанті були отримані максимальні значення площі листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу та вмісту хлорофілів.

5. Показники структури продуктивності рослин гірчиці білої були максимальні на варіанті з нормою добрив N₉₀P₉₀K₉₀ за застосування Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га). Кількість гілок I порядку – 6,18 шт., кількість стручків на рослині – 93,04 шт. та кількість насінин у стручку – 6,72 шт.

6. Застосування добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ сприяло збільшенню врожайності на 0,35 т/га; N₆₀P₆₀K₆₀ – на 0,56 т/га; N₉₀P₉₀K₉₀ – на 0,63 т/га порівняно з контролем. Суттєвий вплив мала обробка рослин Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), що перевищувало контроль на 0,05 т/га.

7. Максимальне значення маси 1 000 шт. насінин виявлено за застосування Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) на фоні N₆₀P₆₀K₆₀ – 5,54 г. Найвищий вміст олії було зафіксовано на контрольному варіанті із застосуванням Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) – 29,80 %. Внесення добрив у нормі N₃₀P₃₀K₃₀ сприяло збільшенню збору олії – до 0,57 т/га; N₆₀P₆₀K₆₀ – до 0,62 т/га; N₉₀P₉₀K₉₀ – до 0,64 т/га. Найбільший збір олії отримали за застосування Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) – 0,58 т/га, що на 0,1 т/га більше за контроль. Застосування інших препаратів не вплинуло на збір олії.

8. Для гірчиці чорної внесення макро- і мікродобрив сприяло збільшенню морфометричних параметрів та фотосинтетичних показників. Максимальні значення отримані на варіантах N₉₀P₉₀K₉₀ за підживлення

Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) або Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га). Вищенаведена норма добрив забезпечила максимальне накопичення зеленої маси – 24,04 т/га; вихід сухої речовини – 8,46 т/га; площі листкової поверхні – 48,0 тис. м²/га; фотосинтетичний потенціал 0,361 млн м² діб/га. Подібна тенденція була виявлена щодо продуктивності рослин (кількість гілок I порядку – 5,24 шт., кількість стручків на рослині – 83,98 шт. та кількість насінин у стручку – 5,74 шт).

9. Застосування добрив N₃₀₋₉₀P₃₀₋₉₀K₃₀₋₉₀ сприяло суттєвому збільшенню врожайності гірчиці чорної до 1,28–1,57 т/га. Найбільш ефективним виявилось застосування Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) або Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га), що підвищило показник на 0,03 т/га. Максимальному значенню маси 1 000 шт. насінин гірчиці чорної сприяло застосування Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) на фоні N₉₀P₉₀K₉₀ – 3,93 г. Найвищий вміст олії було зафіксовано на контролі із застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) – 29,9 %. Внесення N₃₀P₃₀K₃₀ підвищило збір олії до 0,38 т/га, N₆₀P₆₀K₆₀ і N₉₀P₉₀K₉₀ – до 0,46 т/га. Позакореневе підживлення суттєво не вплинуло на збір олії.

10. Для ріпаку ярого збільшення фону живлення обумовило зростання основних морфометричних параметрів та фотосинтетичних показників. Максимальні значення – за внесення N₉₀P₉₀K₉₀ та застосування Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га): висота рослин – 128,9 см; зелена маса – 17,92 т/га; суха речовина – 4,88 т/га; площа листкової поверхні – 38,4 тис. м²/га; фотосинтетичний потенціал – 0,977 млн м² діб/га; вміст хлорофілів «a» та «b» – 1,32 мг/г. Найвищі показники продуктивності були отримані на вищенаведеному варіанті, зокрема кількість гілок I порядку – 4,72 шт., кількість стручків на рослині – 72,21 шт. та кількість насінин у стручку – 19,81 шт.

11. Покрокове збільшення рівня живлення від $N_{30}P_{30}K_{30}$ до $N_{90}P_{90}K_{90}$ обумовило збільшення врожайності ріпаку ярого на 0,18; 0,36 та 0,46 т/га відповідно. Максимальне значення маси 1 000 шт. насінин було зафіксовано на фоні $N_{90}P_{90}K_{90}$ із застосуванням Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) – 4,02 г. Найвищий вміст олії було зафіксовано на контролі за застосування Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) – 42,30 %. Збір олії збільшився внаслідок підвищення фону мінерального живлення від 0,80 т/га до 0,90 т/га. Комплексне застосування Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) виявилось найбільш ефективним (0,83 т/га).

12. За результатами розрахунків економічної та енергетичної ефективності встановлено, що висока вартість мінеральних добрив призводила до зменшення рентабельності та Кее. Водночас комплексне внесення Басфоліар 6-12-6 (6,0 л/га) + Солю бор (3,0 л/га) на фоні $N_{30-60}P_{30-60}K_{30-60}$ дало найвищий прибуток з одного гектара. Зазначимо, що внесення добрив сприяло відтворенню родючості ґрунту та стабілізації ефективності виробництва.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

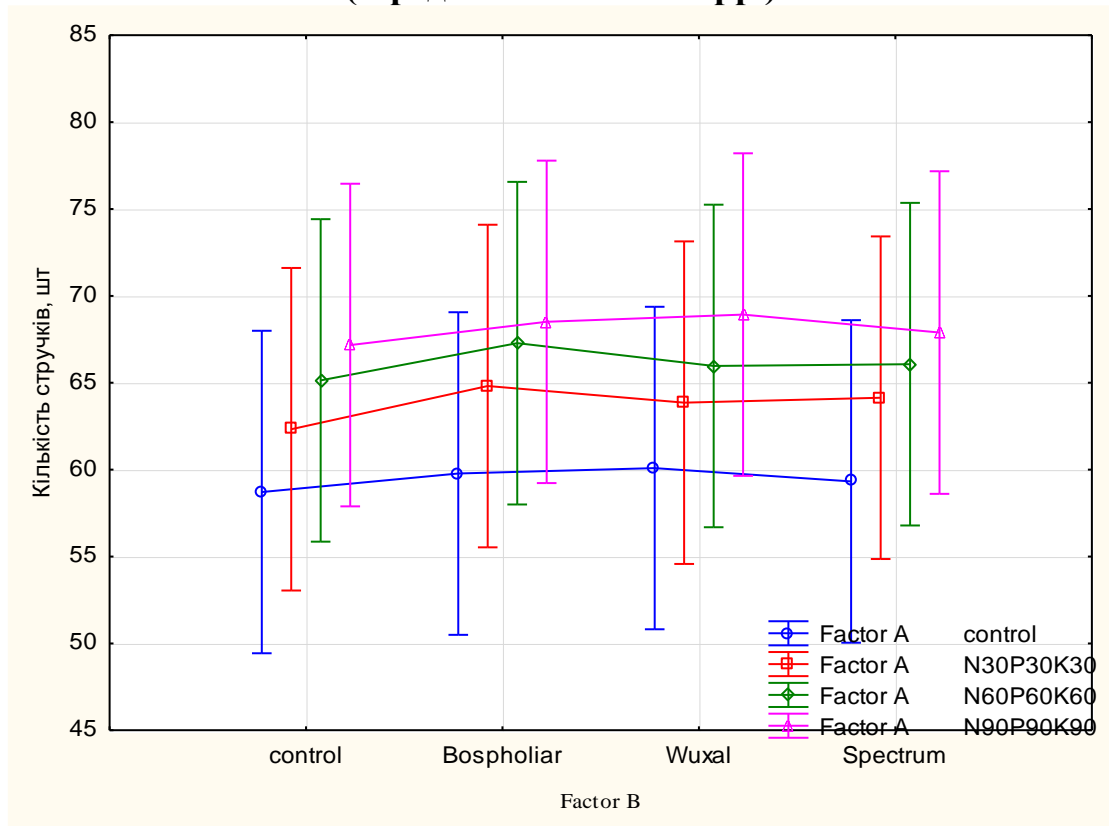
З метою підвищення продуктивності, економічних та біоенергетичних показників вирощування олійних культур родини *Brassicaceae* в умовах північно-східного Лісостепу України технологія повинна передбачати внесення мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ у комплексі з двократним позакореневим підживленням у 14–18 та 45–53 мікростадії за ВВСН:

- гірчиці сизої – Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) або Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га);
- гірчиці білої – Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га);
- гірчиці чорної – Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га), або Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га);
- ріпаку ярого – Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га).

ДОДАТКИ

Додаток А

Дисперсійний аналіз кількості стручків (шт.) гірчиці сизої залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)



	SS	Ступені свободи	MS	F	P
Factor A	496,9	3	165,6	2,659	,065
Factor B	20,5	3	6,8	,110	,954
Factor A*Factor B	4,9	9	,5	,009	1,000

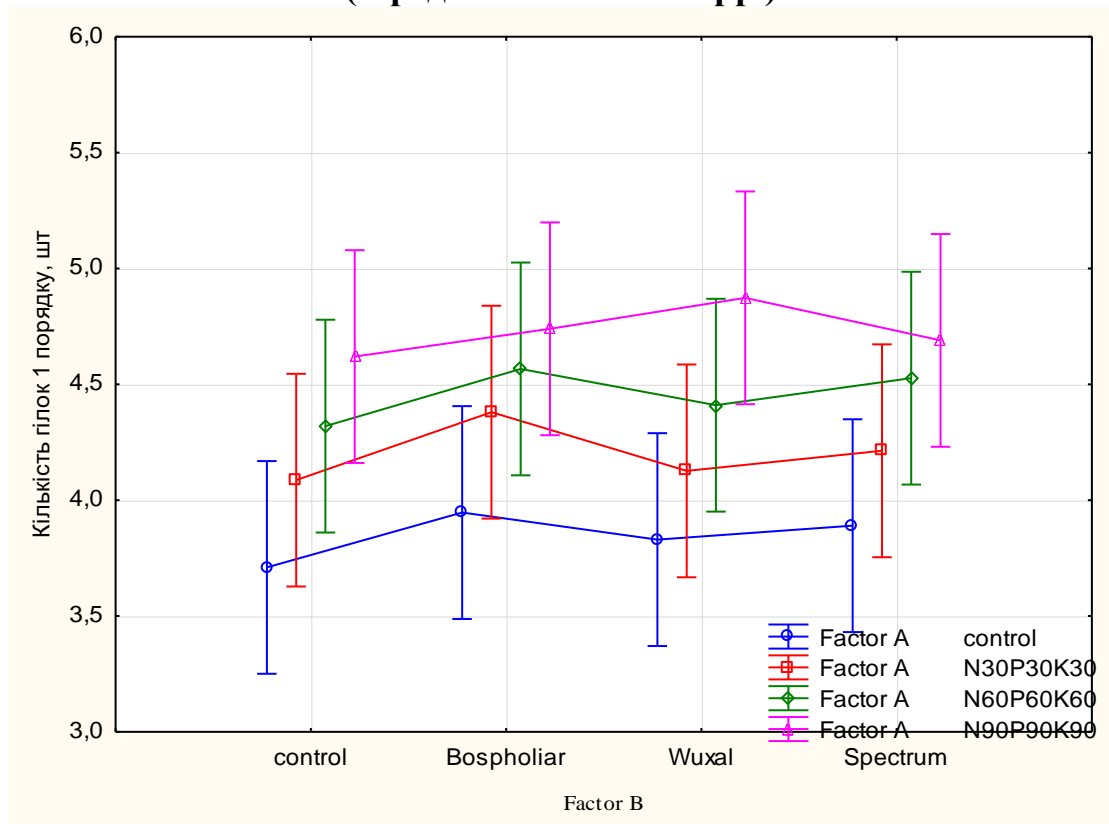
Крит. Дункана; перем. Кількість стручків, шт. (3_8.sta) Критич. розмахи фактор АВ

	Крок 1	Крок 2	Крок 3											
Критич. розмах	13,10826	13,79932	14,23400											

Крит. Дункана; перем. Кількість стручків, шт. (3_8.sta) Критич. розмахи; $p = ,05000$
Похибка: Міжгр. MS = 62,294, сс = 32,000

	Крок 1	Крок 2	Крок 3
Критич. розмах	6,554131	6,899660	7,117000

Додаток Б
Дисперсійний аналіз кількості гілок (шт.) гірчиці сизої залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)



	SS	Ступені свободи	MS	F	P
Factor A	5,125	3	1,708	11,20	,000*
Factor B	,311	3	,104	,68	,571
Factor A*Factor B	,151	9	,017	,11	,999

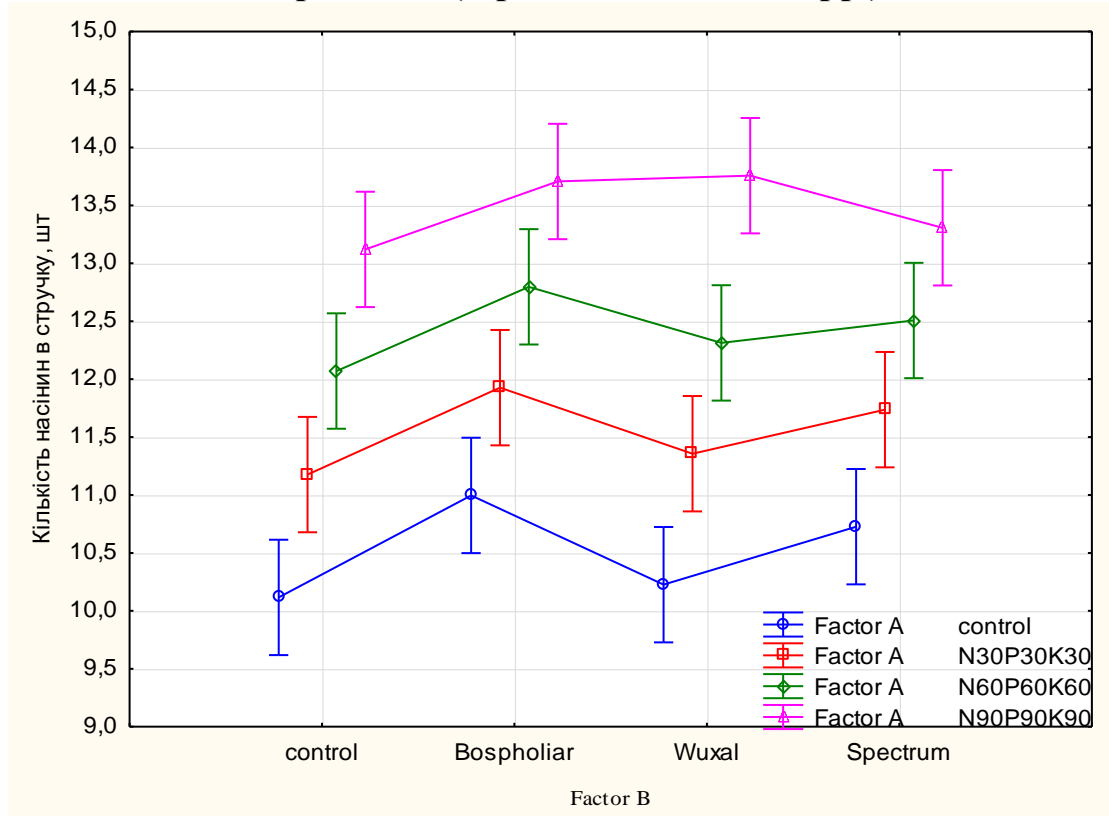
Крит. Дункана; перем. Кількість гілок 1 порядку, шт. (3_8.sta Критич. розмахи фактор АВ

	Крок 1	Крок 2	Крок 3							
Критич. розмах	0,648495	0,682683	0,704187							

Крит. Дункана; перем. Кількість гілок 1 порядку, шт. (3_8.sta) Критич. розмахи; p = ,05000
 Похибка: Міжгр. MS = ,15246, сс = 32,000

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,324247	0,341341	0,352094

Додаток В
Дисперсійний аналіз кількості насіння в стручку (шт.) гірчиці сизої
залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних
добрих, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)



	SS	Ступені свободи	MS	F	P
Factor A	56,99	3	19,00	106,0	,000*
Factor B	,39	3	1,13	6,3	,002*
Factor A*Factor B	,93	9	,10	,6	,805

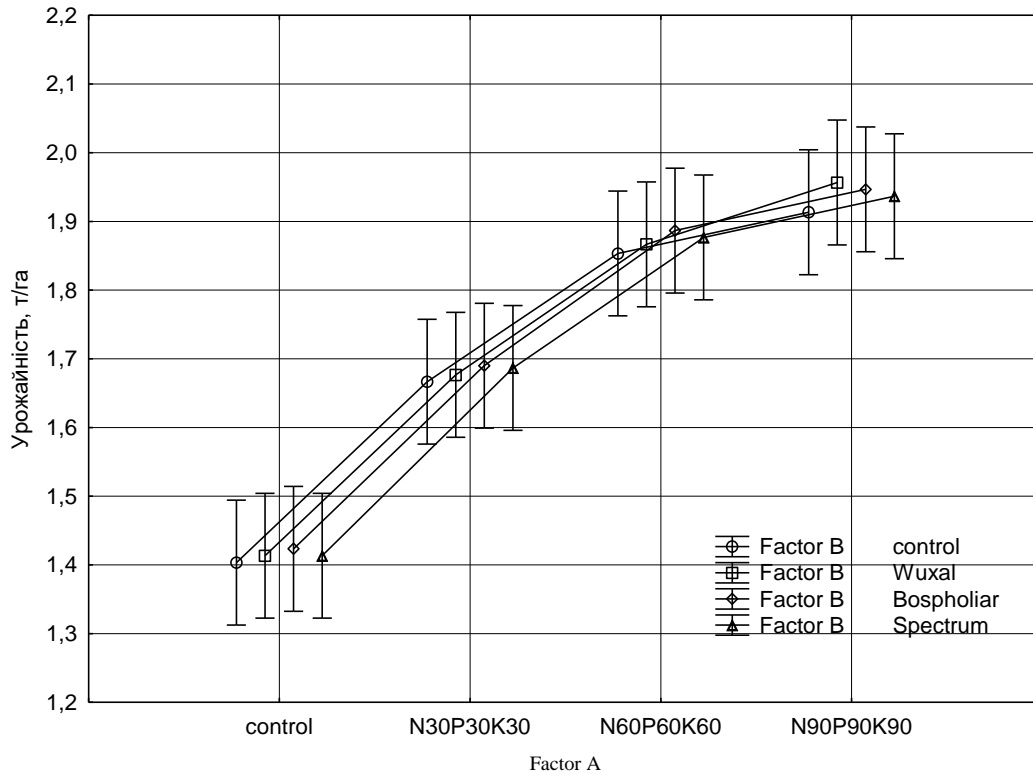
Крит. Дункана; перем. Кількість насіння у стручку, шт. (3_8.sta)
Критич. розмахи фактор АВ

	1 Крок	2 Крок	3 Крок								
Критич. розмах	0,703250	0,740325	0,763645								

Крит. Дункана; перем. Кількість насіння у стручку, шт. (3_8.sta) Критич. розмахи; p = ,05000
Похибка: Міжгр. MS = ,17930, сс = 32,000

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,351625	0,370162	0,381822

Додаток Г
Дисперсійний аналіз урожайності гірчиці сизої залежно від
позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га
(середнє за 2016–2018 рр.)



	SS	Ступені свободи	MS	F	P
Factor A	1,991	3	,664	111,2	0,000*
Factor B	,005	3	,002	,3	,844
Factor A*Factor B	,002	9	,000	,0	1,000

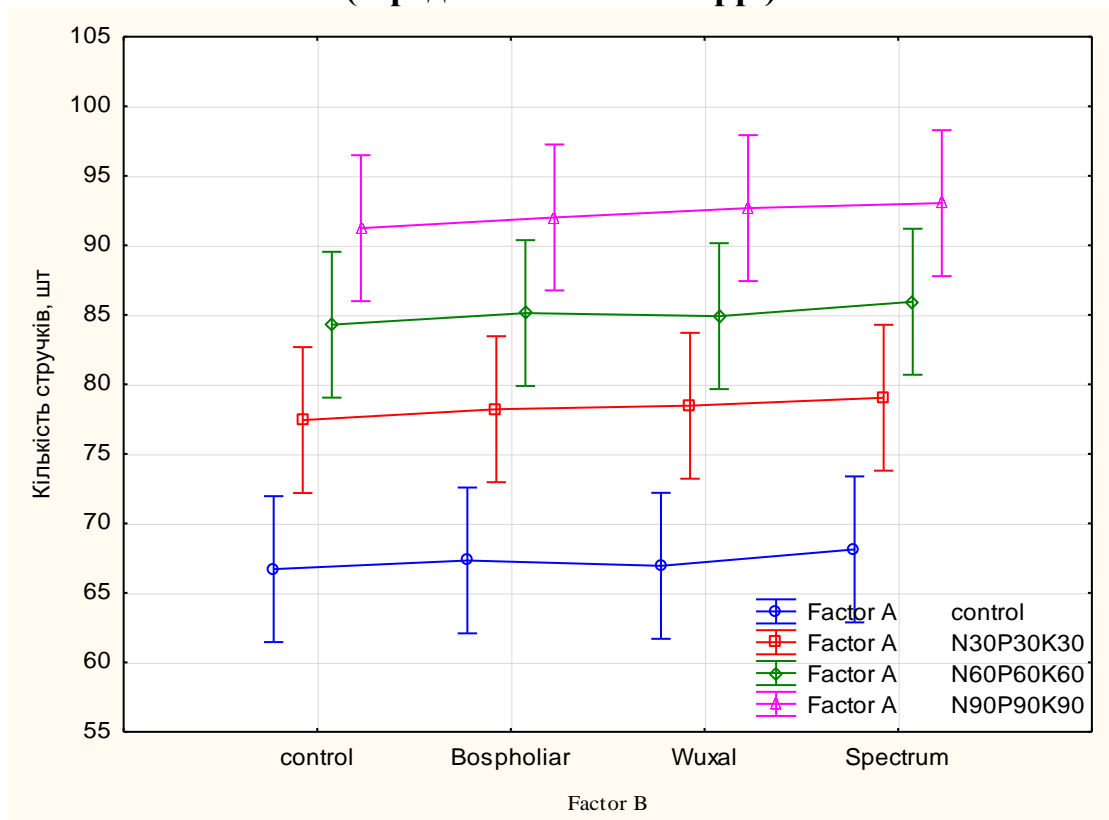
Крит. Дункана; перем. Var3 (1_1.sta) Критич. розмахи фактор АВ

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,128311	0,135075	0,139330

Крит. Дункана; перем. Var3 (3_9.sta) Критич. розмахи; p = ,05000 Похибка: Міжгр. MS = ,00597, сс = 32,000

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,064155	0,067538	0,069665

Додаток Д
Дисперсійний аналіз кількості стручків (шт.) гірчиці білої залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)



	SS	Ступені свободи	MS	F	P
Factor A	4058,	3	1353,	67,91	,000*
Factor B	16,	3	5,	,26	,850
Factor A*Factor B	2,	9	,	,01	1,000

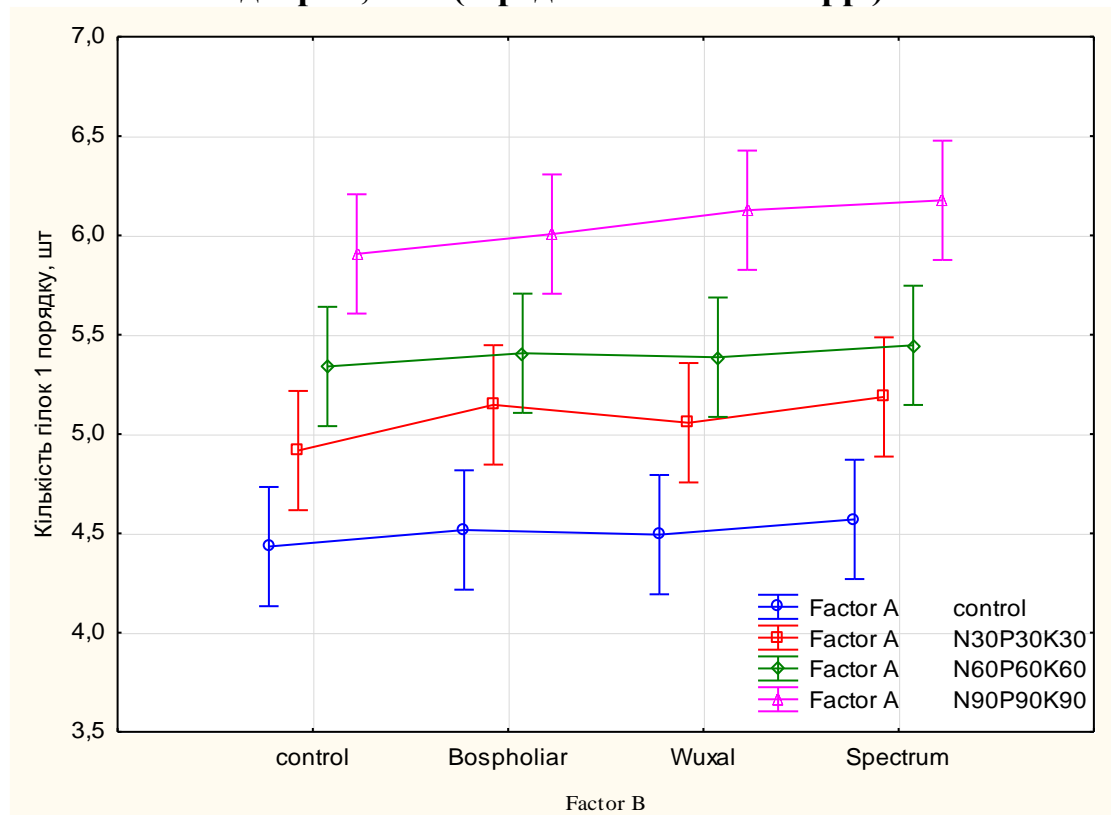
Крит. Дункана; перем. Кількість стручків, шт. (4_8.sta) Критич. розмахи фактор АВ

	1 Крок	2 Крок	3 Крок							
Критич. розмах	7,412212	7,802978	8,048773							

Крит. Дункана; перем. Кількість стручків, шт. (4_8.sta) Критич. розмахи; $p = ,05000$
 Похибка: Міжгр. MS = 19,918, сс = 32,000

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	3,706106	3,901489	4,024387

Додаток Ж
Дисперсійний аналіз кількості гілок першого порядку (шт.) гірчиці білої
залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних
добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)



	SS	Ступені свободи	MS	F	P
Factor A	15,06	3	5,020	76,92	,000*
Factor B	,24	3	,078	1,20	,325
Factor A*Factor B	,07	9	,008	,12	,999

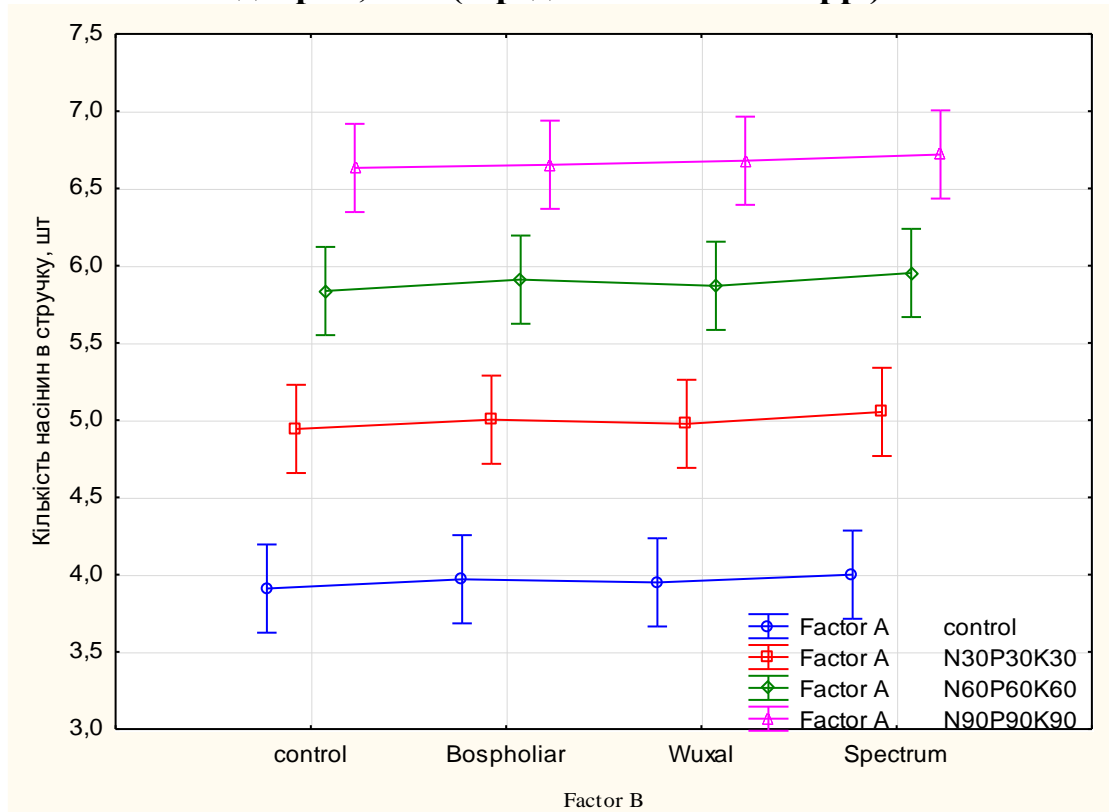
Крит. Дункана; перем. Кількість гілок 1 порядку, шт. (4_8.sta) Критич. розмахи фактор АВ

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,424295	0,446663	0,460733

Крит. Дункана; перем. Кількість гілок 1 порядку, шт. (4_8.sta) Критич. розмахи; p = ,05000
 Похибка: Міжгр. MS = ,06527, сс = 32,000

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,212147	0,223332	0,230367

Додаток II
Дисперсійний аналіз кількості насінин у стручку (шт.) гірчиці білої
залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних
добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)



	SS	Ступені свободи	MS	F	P
Factor A	49,24	3	16,41	278,4	0,000*
Factor B	,06	3	,02	,4	,787
Factor A*Factor B	,01	9	,00	,0	1,000

Крит. Дункана; перем. Кількість насінин у стручку, шт. (4_8.sta)

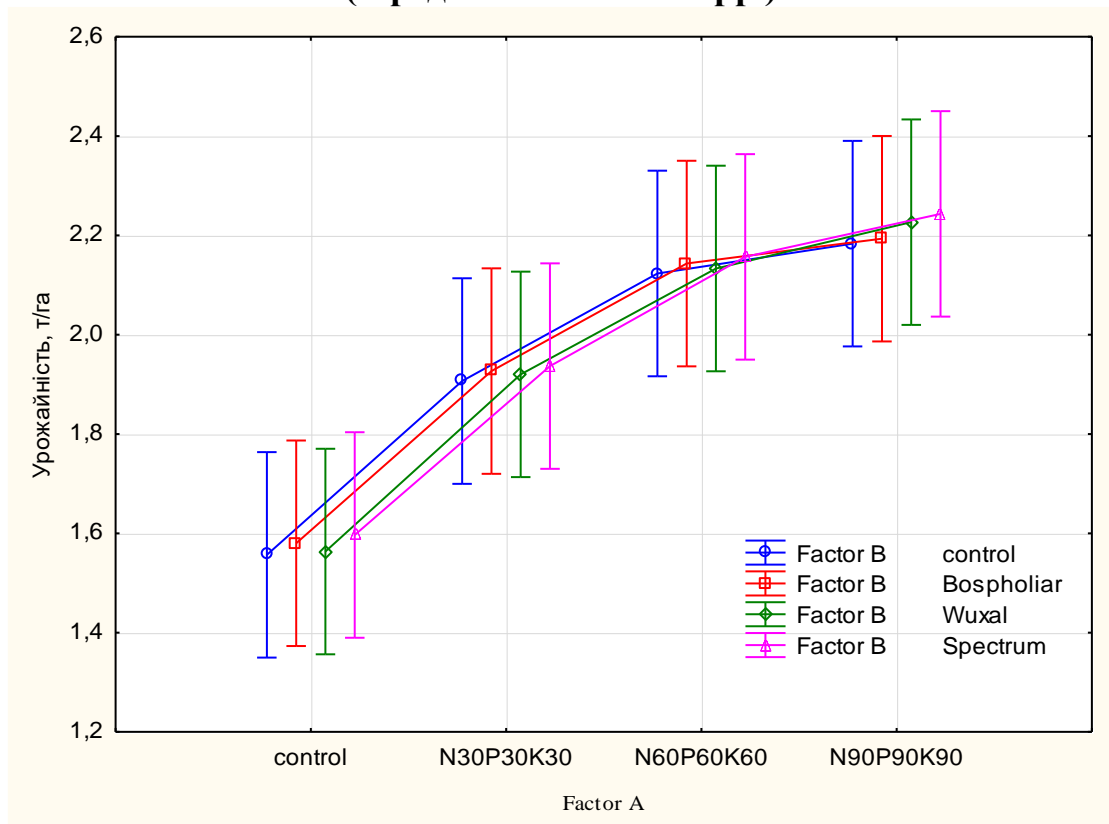
Критич. розмахи фактор АВ

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,403233	0,424491	0,437863

Крит. Дункана; перем. Кількість насінин у стручку, шт. (4_8.sta) Критич. розмахи; p = ,05000 Похибка: Міжгр. MS = ,05895, сс = 32,000

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,201617	0,212246	0,218931

Додаток К
Дисперсійний аналіз урожайності гірчиці білої залежно від
позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га
(середнє за 2016–2018 рр.)



	SS	Ступені свободи	MS	F
Factor A	2,948	3	,983	31,74
Factor B	,010	3	,003	,11
Factor A*Factor B	,003	9	,000	,01

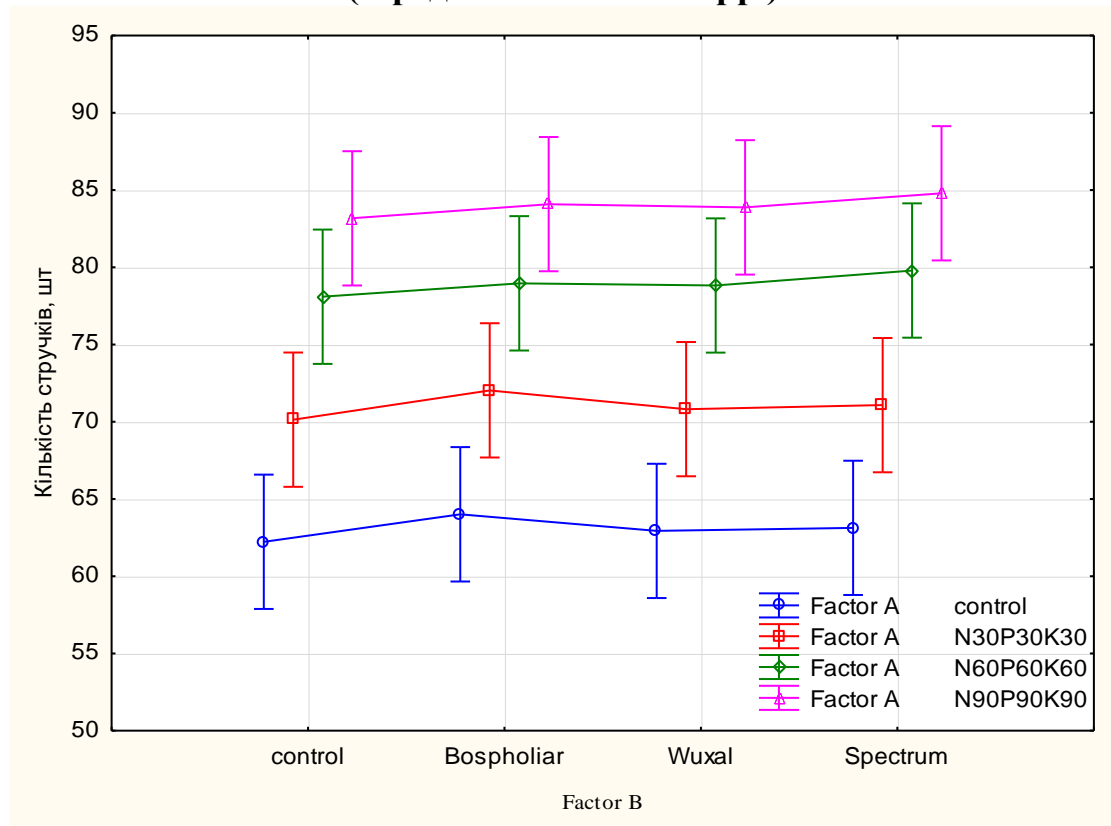
Крит. Дункана; перем. Var3 (4_9.sta) Критич. розмахи фактор АВ

	1 Крок	2 Кроки	3 Кроки						
Критич. розмах	0,292260	0,307668	0,317359						

Крит. Дункана; перем. Var3 (4_9.sta) Критич. розмахи; p = ,05000
 Похибка: Міжгр. MS = ,03097, сс = 32,000

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,146130	0,153834	0,158680

Додаток Л
Дисперсійний аналіз кількості стручків (шт.) гірчиці чорної залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)



	SS	Ступені свободи	MS	F	P
Factor A	3022,	3	1007,	73,71	,000*
Factor B	14,	3	5,	,35	,788
Factor A*Factor B	4,	9	,	,04	1,000

Крит. Дункана; перем. Кількість стручків, шт. (5_8.sta) Критич. розмахи фактор АВ

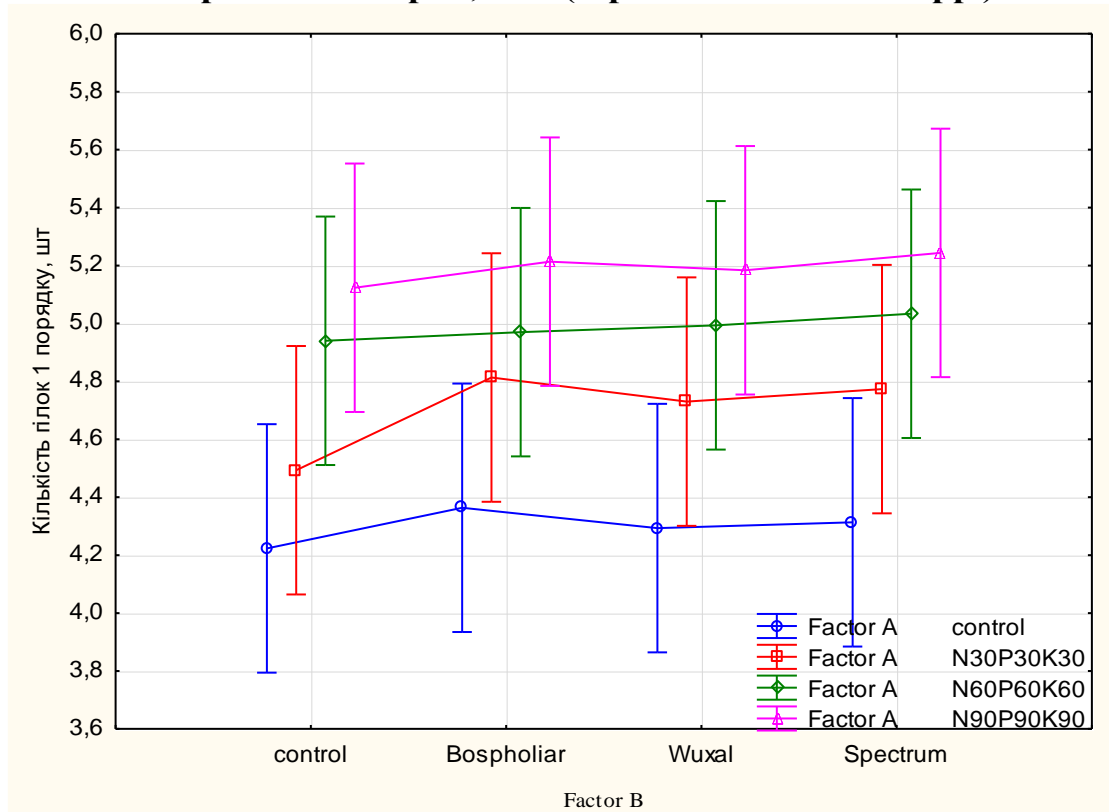
	1 Крок	2 Крок	3 Крок											
Критич. розмах	6,139607	6,463282	6,666876											

Крит. Дункана; перем. Кількість стручків, шт. (5_8.sta) Критич. розмахи; p = ,05000
 Похибка: Міжгр. MS = 13,666, сс = 32,000

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	3,069803	3,231641	3,333438

Додаток М

Дисперсійний аналіз кількості гілок першого порядку (шт.) гірчиці чорної залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)



	SS	Ступені свободи	MS	F	P
Factor A	5,372	3	1,791	13,46	,000*
Factor B	,170	3	,057	,43	,736
Factor A*Factor B	,084	9	,009	,07	1,000

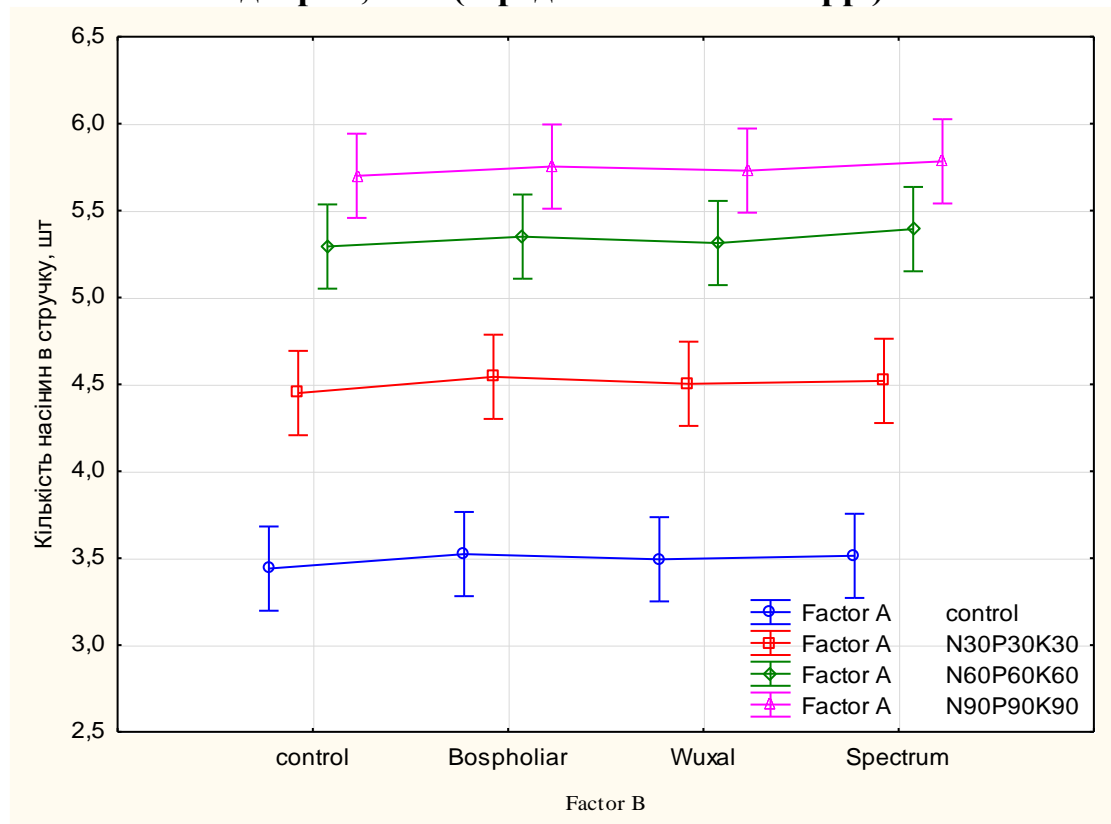
Крит. Дункана; перем. Кількість гілок 1 порядку, шт. (5_8.sta) Критич. розмахи фактор АВ

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,605776	0,637713	0,657801

Крит. Дункана; перем. Кількість гілок 1 порядку, шт. (5_8.sta) Критич. розмахи; $p = ,05000$
Похибка: Міжгр. MS = ,13304, сс = 32,000

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,302888	0,318856	0,328900

Додаток Н
Дисперсійний аналіз кількості насінин у стручку (шт.) гірчиці чорної
залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних
добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)



	SS	Ступені свободи	MS	F	P
Factor A	35,63	3	11,88	279,7	0,000*
Factor B	,05	3	,02	,4	,765
Factor A*Factor B	,01	9	,00	,0	1,000

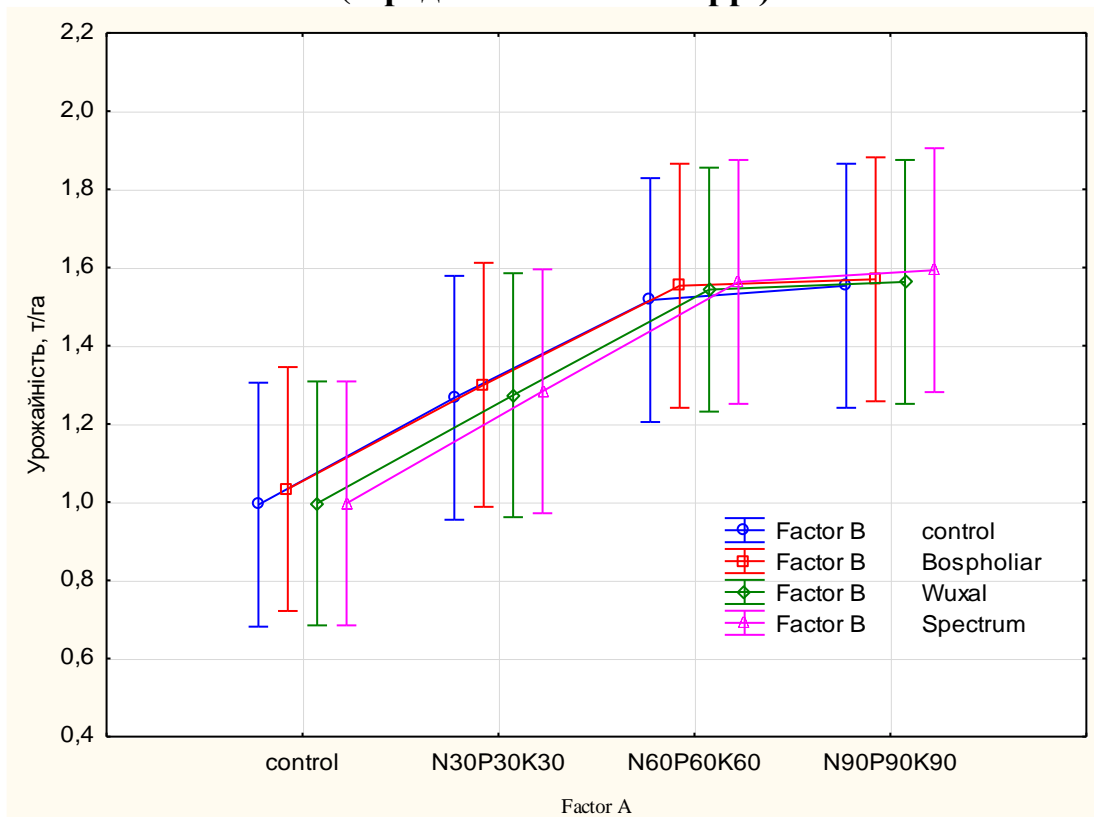
Крит. Дункана; перем. Кількість насінин у стручку, шт. (5_8.sta)
Критич. розмахи фактор АВ

	1 Крок	2 Крок	3 Крок											
Критич. розмах	0,342244	0,360286	0,371636											

Крит. Дункана; перем. Кількість насінин у стручку, шт. (5_8.sta) Критич. розмахи; p = ,05000
Похибка: Міжгр. MS = ,04246, сс = 32,000

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,171122	0,180143	0,185818

Додаток П
Дисперсійний аналіз врожайності гірчиці чорної залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)



	SS	Ступені свободи	MS	F	P
Factor A	2,519	3	,840	11,93	,000*
Factor B	,007	3	,002	,04	,991
Factor A*Factor B	,004	9	,000	,01	1,000

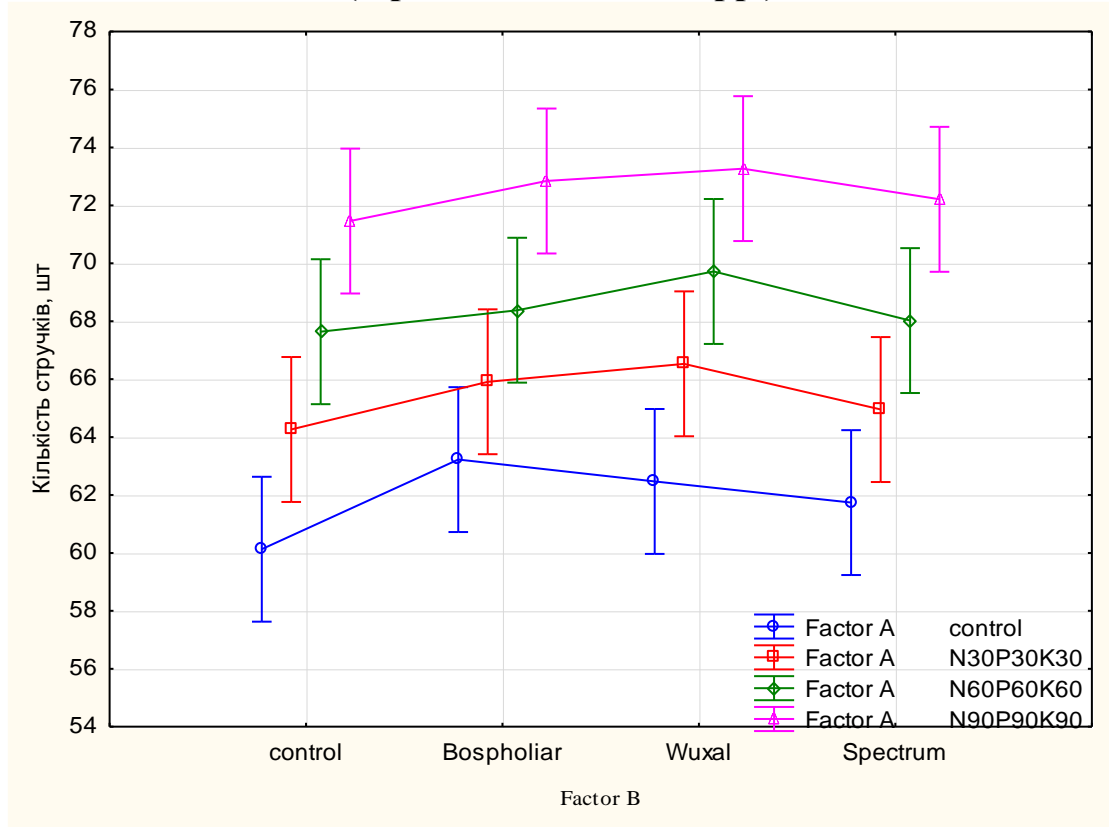
Крит. Дункана; перем. Var3 (5_9.sta) Критич. розмахи фактор АВ

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,440560	0,463786	0,478396

Крит. Дункана; перем. Var3 (5_9.sta) Критич. розмахи; p = ,05000 Похибка: Міжгр. MS = ,07037, сс = 32,000

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,220280	0,231893	0,239198

Додаток Р
Дисперсійний аналіз кількості стручків (шт.) ріпаку ярого залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)



	SS	Ступені свободи	MS	F	P
Factor A	724,1	3	241,4	53,33	,000*
Factor B	32,1	3	10,7	2,36	,090
Factor A*Factor B	5,7	9	,6	,14	,998

Крит. Дункана; перем. Кількість стручків, шт. (6_8.sta) Критич. розмахи фактор АВ

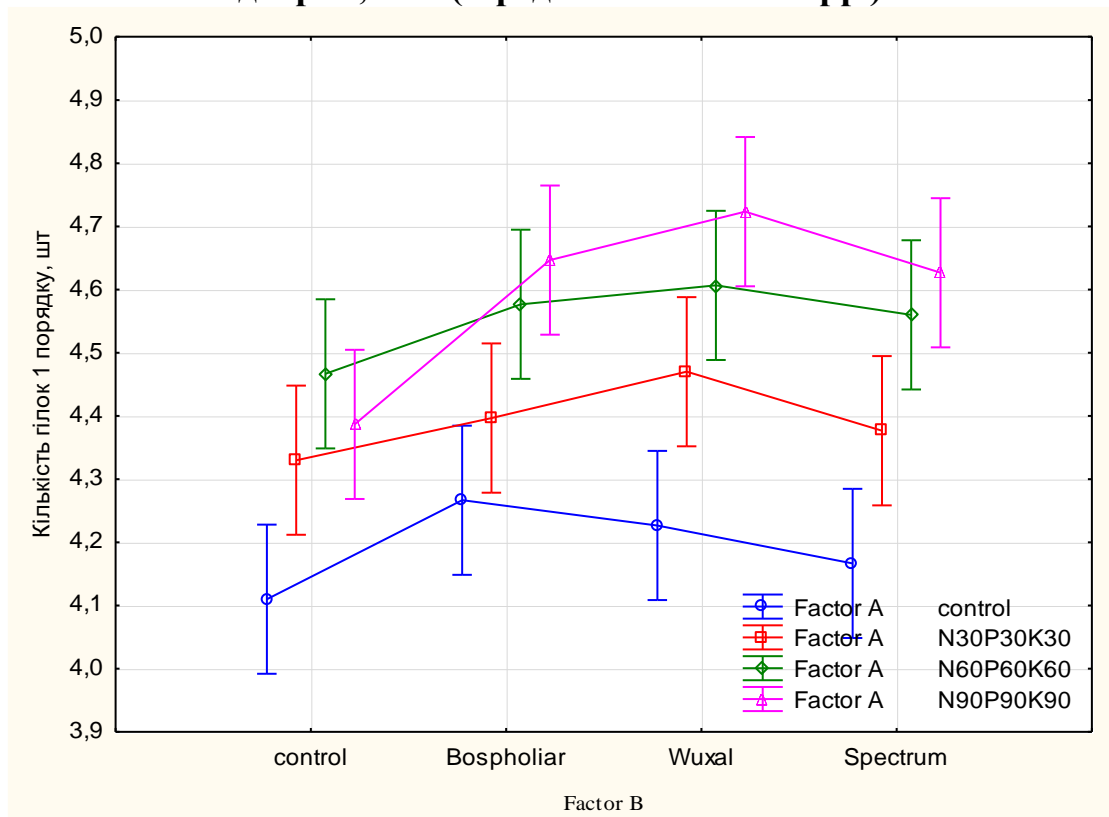
	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	3,533238	3,719507	3,836672

Крит. Дункана; перем. Кількість стручків, шт. (6_8.sta) Критич. розмахи; p = ,05000
 Похибка: Міжгр. MS = 4,5259, сс = 32,000

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	1,766619	1,859754	1,918336

Додаток С

Дисперсійний аналіз кількості гілок першого порядку (шт.) ріпаку ярого залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)



	SS	Ступені свободи	MS	F	P
Factor A	1,202	3	,401	39,78	,000*
Factor B	,227	3	,076	7,52	,001*
Factor A*Factor B	,069	9	,008	,76	,652

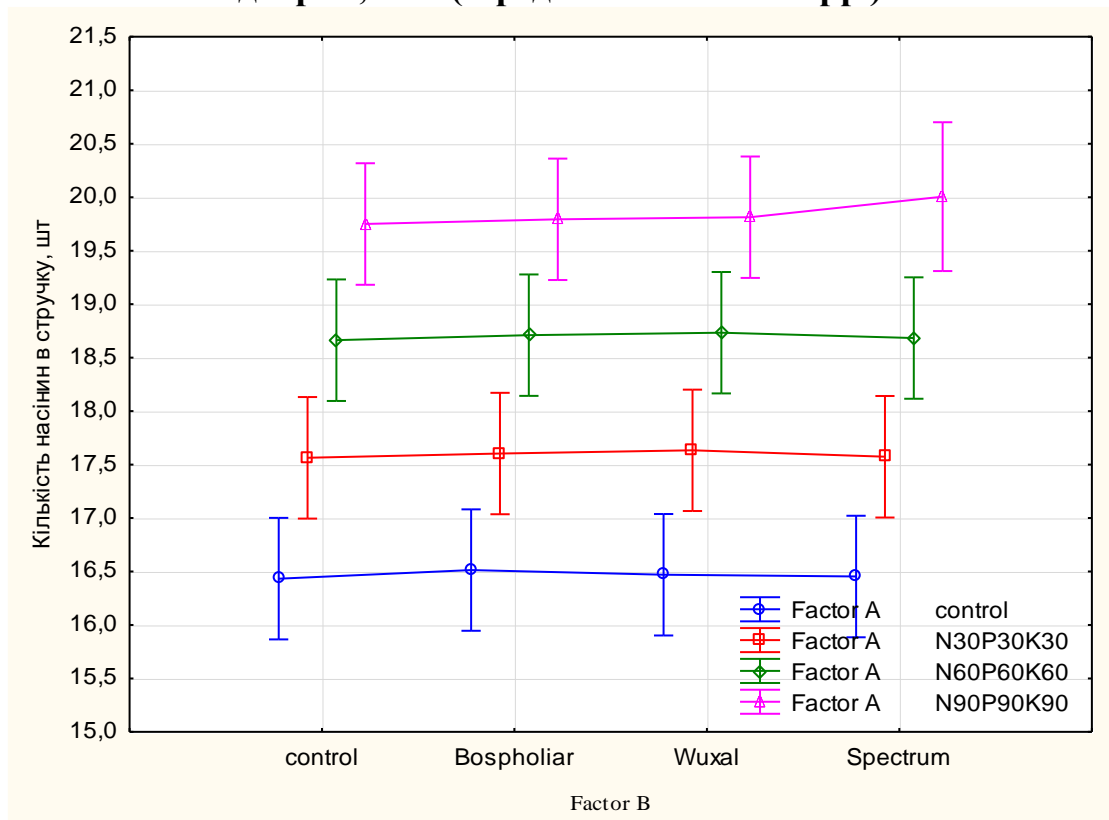
Крит. Дункана; перем. Кількість гілок 1 порядку, шт. (6_8.sta) Критич. розмахи фактор АВ

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,166703	0,175492	0,181020

Крит. Дункана; перем. Кількість гілок 1 порядку, шт. (6_8.sta) Критич. розмахи; p = ,05000
Похибка: Міжгр. MS = ,01007, сс = 32,000

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,083352	0,087746	0,090510

Додаток Т
Дисперсійний аналіз кількості насінин у стручку (шт.) ріпаку ярого
залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних
добрив, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)



	SS	Ступені свободи	MS	F	P
Factor A	71,66	3	23,89	102,7	,000*
Factor B	,04	3	,01	,1	,983
Factor A*Factor B	,08	9	,01	,0	1,000

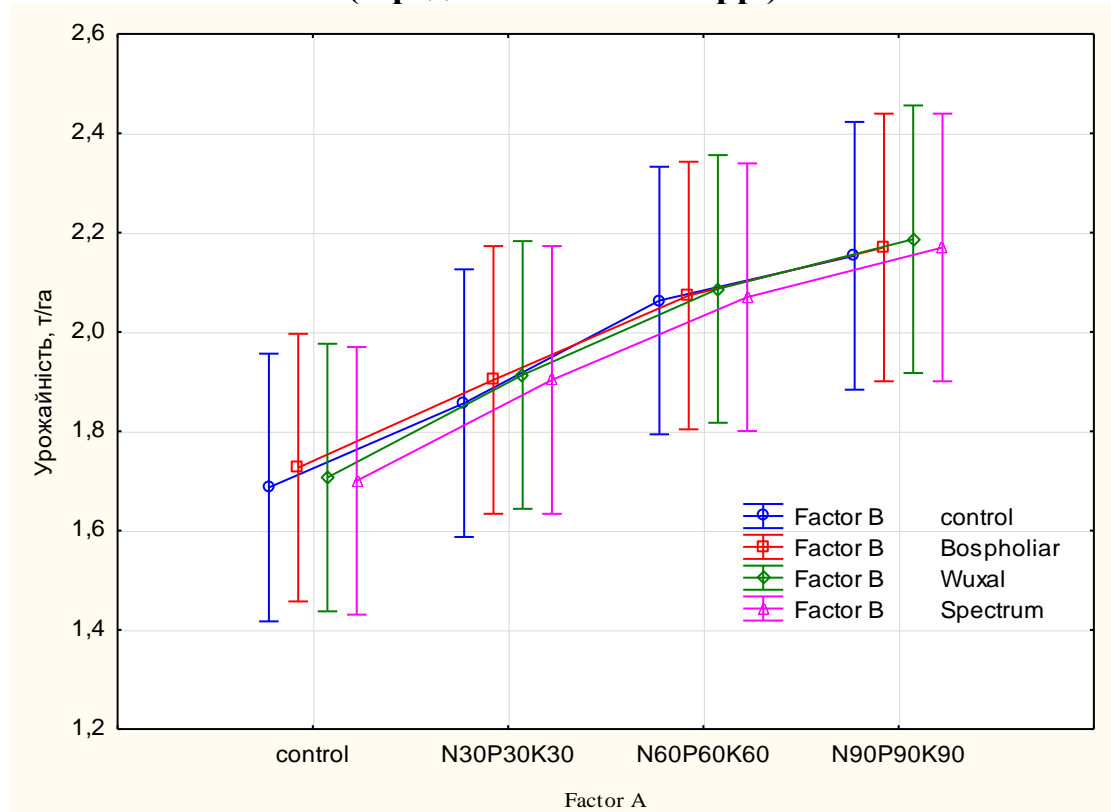
Крит. Дункана; перем. Кількість насінин у стручку, шт. (6_8.sta)
Критич. розмахи фактор АВ

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,814447	0,857408	0,884354

Крит. Дункана; перем. Кількість насінин у стручку, шт. (6_8.sta) Критич. розмахи; p = ,05000
Похибка: Міжгр. MS = ,23265, сс = 31,000

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,405537	0,426929	0,440346

Додаток У
Дисперсійний аналіз урожайності ріпаку ярого залежно від
позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив, т/га
(середнє за 2016–2018 рр.)



	SS	Ступені свободи	MS	F	P
Factor A	1,516	3	,505	9,620	,000*
Factor B	,008	3	,003	,049	,985
Factor A*Factor B	,003	9	,000	,007	1,000

Крит. Дункана; перем. Var3 (6_9.sta) Критич. розмахи фактор АВ

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,349609	0,400674	0,413296

Крит. Дункана; перем. Var3 (6_9.sta) Критич. розмахи; $p = ,05000$ Похибка: Міжгр. MS = ,05252, $ss = 32,000$

	1 Крок	2 Крок	3 Крок
Критич. розмах	0,190305	0,200337	0,206648

Додаток Ф

Економічна ефективність вирощування гірчиці сизої (Пріма)												
Пор. ном.	урожай- ність, ц/га	оплата праці, грн	насіння	добрив	засобів захисту	пального	інші витрати	усього витрат	вартість валової продукції, грн	Собіва- ртість 1 ц, грн	прибуток, грн/га	рентабельність, %
	Контроль											
Контроль	14	912,8	186		2120	3673	1723	8614	19600	615,31	10986	128
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солю Бор (%)	14,2	918,1	186		2780	3687	1893	9464	19880	666,50	10416	110
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	14,1	915,4	186		3560	3680	2085	10427	19740	739,49	9313	89
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	14,1	915,4	186		3645	3680	2107	10533	19740	747,02	9207	87
	N30P30K30											
Контроль	16,7	984,0	186	2306	2120	3871	2367	11833	23380	708,58	11547	98
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солю Бор (%)	16,9	989,3	186	2306	2780	3885	2537	12683	23660	750,49	10977	87
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	16,8	986,7	186	2306	3560	3878	2729	13646	23520	812,25	9874	72
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	16,9	989,3	186	2306	3645	3885	2753	13765	23660	814,47	9895	72
	N60P60K60											
Контроль	18,5	1031,5	186	4613	2120	4003	2988	14941	25900	807,65	10959	73
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солю Бор (%)	18,9	1042,1	186	4613	2780	4032	3163	15816	26460	836,84	10644	67
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	18,7	1036,8	186	4613	3560	4017	3353	16766	26180	896,60	9414	56
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	18,8	1039,4	186	4613	3645	4025	3377	16885	26320	898,14	9435	56
	N90P90K90											
Контроль	19,1	1047,4	186	6919	2120	4047	3580	17899	26740	937,11	8841	49
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солю Бор (%)	19,5	1057,9	186	6919	2780	4076	3755	18774	27300	962,75	8526	45
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	19,6	1060,6	186	6919	3560	4083	3952	19761	27440	1008,22	7679	39
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	19,4	1055,3	186	6919	3645	4069	3968	19842	27160	1022,80	7318	37

Продовження додатка Ф

Економічна ефективність вирощування гірчиці білої (Ослава)												
Пор. ном.	урожай- ність, 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											
Контроль	15,6	955,0	207		2120	3790	1768	8840	21060	566,67	12220	138
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солю Бор (%)	15,8	960,3	207		2780	3805	1938	9690	21330	613,29	11640	120
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	15,6	955,0	207		3560	3790	2128	10640	21060	682,05	10420	98
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	16,0	962,9	207		3645	3812	2157	10784	21465	678,22	10681	99
	N30P30K30											
Контроль	19,1	1047,4	312	2306	2120	4047	2458	12290	25785	643,46	13495	110
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солю Бор (%)	19,3	1052,6	312	2306	2780	4061	2628	13140	26055	680,83	12915	98
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	19,2	1050,0	312	2306	3560	4054	2820	14102	25920	734,50	11818	84
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	19,4	1052,6	312	2306	3645	4061	2844	14221	26055	736,85	11834	83
	N60P60K60											
Контроль	21,2	1102,8	413	4613	2120	4201	3112	15562	28620	734,05	13058	84
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солю Бор (%)	21,4	1108,0	413	4613	2780	4215	3282	16412	28890	766,90	12478	76
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	21,3	1105,4	413	4613	3560	4208	3475	17374	28755	815,69	11381	66
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	21,6	1110,7	413	4613	3645	4223	3501	17505	29025	814,20	11520	66
	N90P90K90											
Контроль	21,8	1118,6	518	6919	2120	4245	3730	18650	29430	855,52	10780	58
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солю Бор (%)	21,9	1121,2	518	6919	2780	4252	3898	19488	29565	889,85	10077	52
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	22,3	1131,8	518	6919	3560	4281	4103	20513	30105	919,85	9592	47
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	22,4	1134,4	518	6919	3645	4289	4126	20631	30240	921,04	9609	47

Продовження додатка Ф

Економічна ефективність вирощування гірчиці чорної (Софія)												
Пор. ном.	урожайність, ц/га	оплата праці, грн	насіння	добрив	засобів захисту	пального	інші витрати	усього витрат	вартість валової продукції, грн	собівартість 1 ц, грн	прибуток, грн/га	рентабе- льність, %
	Контроль											
Контроль	9,9	804,6	248		2120	3372	1636	8181	15840	826,34	7659	94
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солю Бор (%)	10,3	815,2	248		2780	3401	1811	9056	16480	879,19	7424	82
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	10	807,2	248		3560	3379	1999	9993	16000	999,32	6007	60
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	10	807,2	248		3645	3379	2020	10099	16000	1009,95	5901	58
	N30P30K30											
Контроль	12,7	878,5	248	2306	2120	3577	2282	11412	20320	898,60	8908	78
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солю Бор (%)	13	886,4	248	2306	2780	3599	2455	12275	20800	944,20	8525	69
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	12,7	878,5	248	2306	3560	3577	2642	13212	20320	1040,34	7108	54
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	12,8	881,1	248	2306	3645	3585	2666	13331	20480	1041,48	7149	54
	N60P60K60											
Контроль	15,2	944,5	248	4613	2120	3761	2922	14608	24320	961,03	9712	66
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солю Бор (%)	15,5	952,4	248	4613	2780	3783	3094	15470	24800	998,07	9330	60
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	15,4	949,7	248	4613	3560	3775	3287	16433	24640	1067,05	8207	50
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	15,6	955,0	248	4613	3645	3790	3313	16564	24960	1061,78	8396	51
	N90P90K90											
Контроль	16,5	978,8	248	6919	2120	3856	3530	17652	26400	1069,83	8748	50
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солю Бор (%)	17,7	1010,4	248	6919	2780	3944	3725	18627	28320	1052,36	9693	52
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	17,6	1007,8	248	6919	3560	3937	3918	19589	28160	1113,03	8571	44
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	17,9	1015,7	248	6919	3645	3959	3947	19733	28640	1102,40	8907	45

Продовження додатка Ф

Економічна ефективність вирощування ріпаку ярого (Мірко)												
Пор. ном.	урожай- ність, 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												
Контроль	16,9	989,3	192		2120	3885	1797	8983	21125	531,55	12142	135
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солю Бор (%)	17,3	999,9	192		2780	3915	1972	9858	21625	569,83	11767	119
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	17,1	994,6	192		3560	3900	2162	10808	21375	632,06	10567	98
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	17,0	992,0	192		3645	3893	2180	10902	21250	641,29	10348	95
N30P30K30												
Контроль	18,6	1042,1	192	2306	2120	4032	2423	12115	23625	641,01	11510	95
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солю Бор (%)	19,0	1044,7	192	2306	2780	4039	2591	12953	23750	681,71	10797	83
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	19,1	1044,7	192	2306	3560	4039	2786	13928	23750	733,03	9822	71
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	19,0	1044,7	192	2306	3645	4039	2807	14034	23750	738,62	9716	69
N60P60K60												
Контроль	20,6	1086,9	192	4613	2120	4157	3042	15211	25750	738,38	10539	69
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солю Бор (%)	20,7	1089,6	192	4613	2780	4164	3210	16048	25875	775,27	9827	61
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	20,9	1092,2	192	4613	3560	4171	3407	17036	26000	819,02	8964	53
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	20,7	1089,6	192	4613	3645	4164	3426	17129	25875	827,51	8746	51
N90P90K90												
Контроль	21,5	1113,3	192	6919	2120	4230	3644	18218	27000	843,42	8782	48
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солю Бор (%)	21,7	1116,0	192	6919	2780	4237	3811	19055	27125	878,13	8070	42
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	21,9	1121,2	192	6919	3560	4252	4011	20055	27375	915,77	7320	36
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	21,7	1116,0	192	6919	3645	4237	4027	20137	27125	927,95	6988	35

Додаток X

	Структура витрат, %, гірчиця сиза (Пріма)							Енергетика, гірчиця сиза (Пріма)									
	оплата пр.	насіння	добрива	засоби захисту	пальне	інші витр.	всього витрат	трактори і с.-г. маш.	добрива	пестициди	пальне	насіння	затрати праці	усього витрат	вихід енергії з урожаєм, Мдж	затрати на 1 ц	Кое
	Контроль																
Контроль	10,60	2,16	0,00	24,61	42,63	20,00	100,00	1114		1288	1984	87	910	5383	23030	385	4,28
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солло Бор (%)	9,70	1,97	0,00	29,37	38,96	20,00	100,00	1130		2059	1991	87	923	6190	23359	436	3,77
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	8,78	1,78	0,00	34,14	35,29	20,00	100,00	1122		2059	1987	87	917	6172	23195	438	3,76
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	8,69	1,77	0,00	34,61	34,94	20,00	100,00	1122		1995	1987	87	917	6108	23195	433	3,80
	N30P30K30																
Контроль	8,32	1,57	19,49	17,92	32,71	20,00	100,00	1329	3531	1288	2075	87	1086	9396	27472	563	2,92
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солло Бор (%)	7,80	1,47	18,18	21,92	30,63	20,00	100,00	1345	3531	2059	2082	87	1099	10202	27801	604	2,72
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	7,23	1,36	16,90	26,09	28,42	20,00	100,00	1337	3531	2059	2078	87	1092	10185	27636	606	2,71
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	7,19	1,35	16,75	26,48	28,23	20,00	100,00	1345	3531	1995	2082	87	1099	10138	27801	600	2,74
	N60P60K60																
Контроль	6,90	1,24	30,87	14,19	26,79	20,00	100,00	1473	6762	1288	2135	87	1203	12948	30433	700	2,35
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солло Бор (%)	6,59	1,18	29,17	17,58	25,49	20,00	100,00	1504	6762	2059	2149	87	1229	13790	31091	730	2,25
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	6,18	1,11	27,51	21,23	23,96	20,00	100,00	1489	6762	2059	2142	87	1216	13754	30762	736	2,24
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	6,16	1,10	27,32	21,59	23,84	20,00	100,00	1496	6762	1995	2146	87	1222	13708	30926	729	2,26
	N90P90K90																
Контроль	5,85	1,04	38,66	11,84	22,61	20,00	100,00	1520	9993	1288	2156	87	1242	16286	31420	853	1,93
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солло Бор (%)	5,64	0,99	36,85	14,81	21,71	20,00	100,00	1552	9993	2059	2169	87	1268	17128	32078	878	1,87
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	5,37	0,94	35,01	18,02	20,66	20,00	100,00	1560	9993	2059	2173	87	1274	17146	32242	875	1,88
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	5,32	0,94	34,87	18,37	20,50	20,00	100,00	1544	9993	1995	2166	87	1261	17046	31913	879	1,87

Продовження додатка Х

	Структура витрат, %, гірчиця біла (Ослава)							Енергетика, гірчиця біла (Ослава)									
	оплата пр.	насіння	добрива	засоби захисту	пальне	інші витр.	всього витрат	трактори і с.-г. маш.	добр.	пестициди	пальне	насіння	затрати праці	усього витрат	вихід енергії з урожаєм, Мдж	затрати на 1 ц	Кее
	Контроль																
Контроль	10,80	2,34	0,00	23,98	42,87	20,00	100,00	1242		1288	2038	97	1014	5679	25662	364	4,52
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солло Бор (%)	9,91	2,14	0,00	28,69	39,26	20,00	100,00	1258		2059	2044		1027	6388	25991	404	4,07
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	8,98	1,95	0,00	33,46	35,62	20,00	100,00	1242		2059	2038	97	1014	6450	25662	413	3,98
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	8,93	1,92	0,00	33,80	35,35	20,00	100,00	1266		1995	2048	97	1034	6439	26156	405	4,06
	N30P30K30																
Контроль	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
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солло Бор (%)	8,01	2,37	17,55	21,16	30,91	20,00	100,00	1536	3531	2059	2162	146	1255	10690	31749	554	2,97
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	7,45	2,21	16,35	25,24	28,75	20,00	100,00	1528	3531	2059	2159	146	1248	10672	31584	556	2,96
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	7,40	2,19	16,22	25,63	28,56	20,00	100,00	1536	3531	1995	2162	146	1255	10625	31749	551	2,99
	N60P60K60							N60P60K60									
Контроль	7,09	2,65	29,64	13,62	26,99	20,00	100,00	1688	6762	1288	2226	194	1378	13536	34874	638	2,58
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солло Бор (%)	6,75	2,52	28,11	16,94	25,68	20,00	100,00	1703	6762	2059	2233	194	1391	14343	35203	670	2,45
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	6,36	2,38	26,55	20,49	24,22	20,00	100,00	1695	6762	2059	2230	194	1385	14325	35039	673	2,45
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	6,34	2,36	26,35	20,82	24,12	20,00	100,00	1711	6762	1995	2237	194	1398	14296	35368	665	2,47
	N90P90K90							N90P90K90									
Контроль	6,00	2,78	37,10	11,37	22,76	20,00	100,00	1735	9993	1288	2247	243	1417	16923	35861	776	2,12
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солло Бор (%)	5,75	2,66	35,50	14,27	21,82	20,00	100,00	1743	9993	2059	2250	243	1424	17712	36026	809	2,03
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	5,52	2,53	33,73	17,36	20,87	20,00	100,00	1775	9993	2059	2264	243	1450	17784	36684	797	2,06
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	5,50	2,51	33,54	17,67	20,79	20,00	100,00	1783	9993	1995	2267	243	1456	17737	36848	792	2,08

Продовження додатка Х

Структура витрат,%, гірчиця чорна (Софія)								Енергетика, гірчиця чорна (Софія)									
	оплата пр.	насіння	добрива	засоби захисту	пальне	інші витр.	всього витрат	трактори і с.-г. маш.	добрива	пестициди	пальне	насіння	затрати праці	усього витрат	вихід енергії з урожаєм, Мдж	затрати на 1 ц	Кое
	Контроль							Контроль									
Контроль	9,84	3,03	0,00	25,91	41,22	20,00	100,00	788		1288	1846	102	644	4667	16286	471	3,49
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солло Бор (%)	9,00	2,74	0,00	30,70	37,56	20,00	100,00	820		2059	1859	102	670	5510	16944	535	3,08
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	8,08	2,48	0,00	35,62	33,82	20,00	100,00	796		2059	1849	102	650	5456	16450	546	3,02
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	7,99	2,46	0,00	36,09	33,46	20,00	100,00	796		1995	1849	102	650	5392	16450	539	3,05
	N30P30K30							N30P30K30									
Контроль	7,70	2,17	20,21	18,58	31,35	20,00	100,00	1011	3531	1288	1940	102	826	8697	20892	685	2,40
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солло Бор (%)	7,22	2,02	18,79	22,65	29,32	20,00	100,00	1035	3531	2059	1950	102	845	9522	21385	732	2,25
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	6,65	1,88	17,45	26,94	27,08	20,00	100,00	1011	3531	2059	1940	102	826	9468	20892	746	2,21
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	6,61	1,86	17,30	27,34	26,89	20,00	100,00	1019	3531	1995	1943	102	832	9422	21056	736	2,23
	N60P60K60							N60P60K60									
Контроль	6,47	1,70	31,58	14,51	25,74	20,00	100,00	1210	6762	1288	2024	102	988	12374	25004	814	2,02
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солло Бор (%)	6,16	1,60	29,82	17,97	24,45	20,00	100,00	1234	6762	2059	2034	102	1008	13199	25498	852	1,93
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	5,78	1,51	28,07	21,66	22,97	20,00	100,00	1226	6762	2059	2031	102	1001	13181	25333	856	1,92
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	5,77	1,50	27,85	22,01	22,88	20,00	100,00	1242	6762	1995	2038	102	1014	13152	25662	843	1,95
	N90P90K90							N90P90K90									
Контроль	5,54	1,40	39,20	12,01	21,84	20,00	100,00	1313	9993	1288	2068	102	1073	15837	27143	960	1,71
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солло Бор (%)	5,42	1,33	37,15	14,92	21,17	20,00	100,00	1409	9993	2059	2108	102	1151	16822	29117	950	1,73
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	5,14	1,27	35,32	18,17	20,10	20,00	100,00	1401	9993	2059	2105	102	1144	16804	28952	955	1,72
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	5,15	1,26	35,06	18,47	20,06	20,00	100,00	1425	9993	1995	2115	102	1164	16793	29446	938	1,75

Продовження додатка Х

	Структура витрат,%, ріпак ярий (Гладіатор)							Енергетика, ріпак ярий (Гладіатор)									
	оплата праці	насіння	добрива	засоби захисту	пальне	інші витр.	всього витрат	трактори і с.-г. маш.	добрива	пестициди	пальне	насіння	затрати праці	усього витрат	вихід енергії з урожаєм, Мдж	затрати на 1 ц	Кее
	Контроль							Контроль									
Контроль	11,01	2,14	0,00	23,60	43,25	20,00	100,00	1345		1288	2082	99	1099	5912	27801	350	4,70
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солло Бор (%)	10,14	1,95	0,00	28,20	39,71	20,00	100,00	1377		2059	2095	99	1125	6754	28459	390	4,21
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	9,20	1,78	0,00	32,94	36,08	20,00	100,00	1361		2059	2088	99	1112	6719	28130	393	4,19
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	9,10	1,76	0,00	33,43	35,71	20,00	100,00	1353		1995	2085	99	1105	6637	27965	390	4,21
	N30P30K30							N30P30K30									
Контроль	8,60	1,58	19,03	17,50	33,28	20,00	100,00	1504	3531	1288	2149	99	1229	9800	31091	518	3,17
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солло Бор (%)	8,07	1,48	17,80	21,46	31,19	20,00	100,00	1512	3531	2059	2152	99	1235	10588	31255	557	2,95
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	7,50	1,38	16,56	25,56	29,00	20,00	100,00	1512	3531	2059	2152	99	1235	10588	31255	557	2,95
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	7,44	1,37	16,43	25,97	28,78	20,00	100,00	1512	3531	1995	2152	99	1235	10524	31255	554	2,97
	N60P60K60							N60P60K60									
Контроль	7,15	1,26	30,33	13,94	27,33	20,00	100,00	1640	6762	1288	2206	99	1339	13334	33887	647	2,54
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солло Бор (%)	6,79	1,20	28,74	17,32	25,95	20,00	100,00	1648	6762	2059	2210	99	1346	14123	34052	682	2,41
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	6,41	1,13	27,08	20,90	24,49	20,00	100,00	1656	6762	2059	2213	99	1352	14140	34216	680	2,42
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	6,36	1,12	26,93	21,28	24,31	20,00	100,00	1648	6762	1995	2210	99	1346	14058	34052	679	2,42
	N90P90K90							N90P90K90									
Контроль	6,11	1,05	37,98	11,64	23,22	20,00	100,00	1719	9993	1288	2240	99	1404	16743	35532	775	2,12
Басфоліар 12-4-6+S (%) + Солло Бор (%)	5,86	1,01	36,31	14,59	22,24	20,00	100,00	1727	9993	2059	2243	99	1411	17532	35697	808	2,04
Вуксал борон (г/л) + Вуксал біоаміноплант (г/л)	5,59	0,96	34,50	17,75	21,20	20,00	100,00	1743	9993	2059	2250	99	1424	17567	36026	802	2,05
Спектрум В+Мо (%) + Спектрум Аскоріст (%)	5,54	0,95	34,36	18,10	21,04	20,00	100,00	1727	9993	1995	2243	99	1411	17468	35697	805	2,04

Додаток Ц

Узгоджено

Проректор з наукової роботи
 та економічних питань
 д.с.н., професор Ю. І. Данько



[Signature]
 "10" "10" 2019 р.

Затверджую

Директор
 ФГ «Захарченко»
 Захарченко А. В.



[Signature]
 "11" "10" 2019 р.

Акт впровадження

Результатів науково-дослідних і технологічних розробок

Замовник: Фермерське господарство «Захарченко», Сумська область, Сумський район, с. Юнаківка.

Керівник організації (директор): Захарченко Анатолій Володимирович.

Цим актом підтверджується, що результати роботи: Ефективність позакореневого підживлення ріпаку ярого гібриду Мірко, яка виконана аспірантом кафедри садово-паркового та лісового господарства Сумського національного аграрного університету Гуламом Шаббіром.

впровадженні на землях Фермерського господарства «Захарченко», Сумська область, Сумський район, с. Юнаківка.

1. Вид впровадження результатів: Порівнювали вплив препаратів для позакореневого підживлення на врожайність та економічну ефективність вирощування ріпаку ярого гібриду Мірко за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ та застосування позакореневого підживлення Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біо аміноплант (3,0 л/га) (фон); Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га); Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) в фазу розетки та початок бутонізації.

Отримано врожайність ріпаку ярого гібриду Мірко: на контрольному варіанті (1,78 т/га) за використання Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біо аміноплант (3,0 л/га) – 1,92 т/га, позакореневе підживлення Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) – 1,91 т/га; Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) – 1,85 т/га.

Продовження додатка Ц

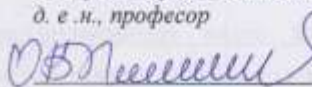
2. Характеристика масштабу впровадження 50 га.
3. Новизна науково-дослідних робіт: вперше в умовах північного Лісостепу України встановлено більш ефективний вплив позакореневого підживлення Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) для ріпаку ярого.
4. Впроваджені: у сільськогосподарське виробництво Фермерське господарство «Захарченко», Сумська область, Сумський район, с. Юнаківка.
5. Річний економічний ефект (прибуток за застосування підживлення Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) на 50 га в порівнянні з Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га)
- Очікуваний прибуток – 1080,0 грн./га.
- фактичний прибуток – 925,0 грн./га (з 50 га 46,3 тис. грн.)
6. Питома економічна ефективність впровадження: рівень рентабельності за позакореневого підживлення Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) – 62,5 %.
7. Соціально-науковий ефект: забезпечення сировиною для виготовлення біопалива, 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

 Насько О. В.

Виконавець, аспірант

 Гулам Шаббір

Від підприємства:

Головний бухгалтер

 Захарченко О. І.

Відповідальний за впровадження,

 Захарченко А. В.

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

Додаток Ш

Узгоджено

Проректор з наукової роботи
та економічних питань

д. с. н., професор Ю. І. Данько



"19" "12" 2019 р.

Затверджую

Директор

ТОВ «Полтава-Сад»

Штанько Д. В.



"19" "12" 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: Ефективність
позакореневого підживлення гірчиці білої сорту Ослава
яка виконана аспірантом кафедри садово-паркового та лісового
господарства Сумського національного аграрного університету Гуламом
Шаббіром

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

1. Вид впровадження результатів: Порівнювали вплив препаратів для
позакореневого підживлення на врожайність та економічну ефективність
виращування гірчиці білої сорту Ослава за внесення: Вуксал борон (3,0 л/га)
+ Вуксал біо аміноплант (3,0 л/га) (фон); Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) +
Солю Бор (3,0 л/га); Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст
(3,0 л/га) в фазу розетки та початок бутонізації.

Встановлено врожайність для сорту Ослава: на варіанті за використання
Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біо аміноплант (3,0 л/га) – 1,8 т/га,
позакореневе підживлення Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор
(3,0 л/га); Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) -
1,9 т/га.

Продовження додатка Ш

2. Характеристика масштабу впровадження 30 га.

3. Новизна науково-дослідних робіт: *вперше в умовах Лісостепу України встановлено більш ефективний вплив позакореневого підживлення Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) для гірчиці білої сорту Ослава.*

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 за застосування Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) на 30 га в порівнянні з Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біо аміоплант (3,0 л/га).

Очікуваний прибуток - від позакореневого підживлення Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) в порівнянні з Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біо аміоплант (3,0 л/га) - 810,0 грн./га.

фактичний прибуток - від позакореневого підживлення Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) в порівнянні з Вуксал борон (3,0 л/га) + Вуксал біо аміоплант (3,0 л/га) - 1090,0 грн./га (з 30 га 32,7 тис. грн.)

6. Питома економічна ефективність впровадження: рівень рентабельності за позакореневого підживлення Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) - 97,5 %.

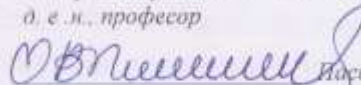
7. Соціально-науковий ефект: забезпечення олійною сировиною для кондитерської промисловості, створення робочих місць на переробних підприємствах, підвищення достатку населення

Примітка:

Цей акт завіряється гербовими печатками з боку Замовника і Виконавця

Від ВНЗ:

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


 Васько О. В.

Виконавець, аспірант

 Гулам Шаббір

Від підприємства:

Головний бухгалтер

 Кравець О. М.

Відповідальний за впровадження,
агронам

 Мурай В. М.

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