ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
«ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Кафедра рослинництва,
селекції та насінництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

«Удосконалення окремих елементів технології вирощування гірчиці сизої в умовах НДЦ «Поділля» ЗВО «Подільський державний університет»»

Виконав:
студент освітнього ступеня «Магістр» освітньо-професійної програми «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» денної форми навчання
ЧЕРВАТЮК Володимир Віталійович
Керівник:
кандидат сільськогосподарських наук, доцент **ХМЕЛЯНЧИШИН Юрій Володимирович**

Оцінка захисту:
Національна шкала _____
Кількість балів ____Шкала ECTS ___

«____»_____ 2025 р.

Допускається до захисту:
«____»_____2025 р.

Гарант освітньо-професійної
програми «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія»
кандидат с.- г. наук, доцент _____ **ВІЛЬЧИНСЬКА Людмила Аліківна**

м. Кам’янець-Подільський, 2025

РЕЗЮМЕ

ЧЕРВАТЮК В.В. Удосконалення окремих елементів технології вирощування гірчиці сизої в умовах НДЦ «Поділля» ЗВО «Подільський державний університет». - Рукопис.

Дипломна робота на здобуття кваліфікації «магістр з агрономії» за освітнім ступенем «магістр». Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», Кам'янець-Подільський, 2025.

У дипломній роботі викладено результати досліджень з встановлення особливостей росту та розвитку рослин, динаміки продуційного процесу, урожайності насіння гірчиці сизої залежно від рівня мінерального живлення. Встановлено вплив елементів технології вирощування на продуктивність посівів гірчиці сизої в умовах науково-дослідного центру «Поділля» ЗВО ПДУ.

Виявлено, що найвищу врожайність насіння серед досліджуваних варіантів забезпечує варіант $N_{90}P_{60}K_{60}$. Внесення мінеральних добрив в нормі $N_{90}P_{60}K_{60}$ у посівах гірчиці забезпечує максимальний рівень врожайності насіння (1,55 т/га).

Проведено економічну оцінку вирощування гірчиці сизої залежно від елементів технології вирощування.

Ключові слова: гірчиця сиза, мінеральне добриво, продуктивність, технологія вирощування.

RESUME

Chervatiuk V.V. Improvement of Individual Elements of the Cultivation Technology of Grey Mustard under the Conditions of the "Podillia" Research and Development Center of Podillia State University. – Manuscript.

Master's thesis submitted for the qualification of *Master of Agronomy* within the educational degree *Master*. Institution of Higher Education: Podillia State University, Kamianets-Podilskyi, 2025.

The master's thesis presents the results of research aimed at determining the specific features of plant growth and development, the dynamics of the production process, and the seed yield of grey mustard depending on the level of mineral nutrition. The influence of the elements of cultivation technology on the productivity of grey mustard crops under the conditions of the "Podillia" Research and Development Center of Podillia State University has been identified.

It was found that the highest seed yield among the studied variants is provided by the N90P60K60 treatment. The application of mineral fertilizers at the rate of N90P60K60 in mustard crops ensures the maximum seed yield (1.55 t/ha).

An economic evaluation of grey mustard cultivation depending on the elements of cultivation technology was conducted.

Keywords: grey mustard, mineral fertilizer, productivity, cultivation technology.

.

ЗМІСТ

ВСТУП		5
РОЗДІЛ 1.	**ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ Й РОЗВИТКУ ГІРЧИЦІ СИЗОЇ ЗАЛЕЖНО ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ЇЇ НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)**	9
	1.1. Народно-господарське значення гірчиці сизої	9
	1.2 Вплив норм мінеральних добрив на особливості росту і розвитку та насіннєву продуктивність гірчиці сизої	13
РОЗДІЛ 2.	**УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**	22
	2.1. Умови досліджень	22
	2.2. Схема та методика проведення досліджень	27
	2.3. Агротехніка вирощування гірчиці сизої в досліді	30
РОЗДІЛ 3.	**ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА РІСТ І РОЗВИТОК ГІРЧИЦІ СИЗОЇ**	31
РОЗДІЛ 4.	**ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ СИЗОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ**	44
РОЗДІЛ 5.	**ОХОРОНА ПРАЦІ**	47
	5.1. Аналіз умов праці в господарстві при вирощуванні гірчиці сизої	47
	5.2. Організаційні, санітарно-гігієнічні та технічні заходи щодо поліпшення умов праці	49
	5.3. Заходи пожежної безпеки при вирощуванні гірчиці сизої	51
РОЗДІЛ 6.	**ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА**	52
ВИСНОВКИ		56
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ		58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		59
ДОДАТКИ		66

ВСТУП

В Україні серед олійних культур здебільшого вирощують соняшник, яким перенасичено польові сівозміни. Альтернативною культурою соняшнику могла б бути гірчиця сиза, яка уможливлює збільшення виробництва рослинної олії без погіршення стану ґрунтів. Водночас вивчення динаміки ринку гірчиці свідчить про зростання попиту на неї впродовж останніх років.

Агроекологічні переваги вирощування гірчиці в Україні, її медико-біологічні властивості, висока рентабельність виробництва продукції сприяють подальшому розвитку ринку збуту, її переробки та збільшення прибутковості культури.

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

Потенційна врожайність гірчиці близько 250-300 ц зеленої маси і 25-27 ц насіння з гектара. Передові господарства України практично щорічно в основних і проміжних посівах збирають високі й сталі врожаї гірчиці сизої. Інтенсифікація сівозмін проміжними посівами цієї культури дозволяє, без виділення додаткової площі одержувати другий врожай за рік.

Насіння використовується для виробництва олії, гірчичного порошку та спирту, столової гірчиці тощо; зелена маса – як сидерат, корм [11]. Вітчизняні торгові марки «Чумак», «Верес», «Торчин-Продукт» і багато інших поступово витіснили з товарообігу продукцію закордонного виробництва і знайшли прихильників серед українських споживачів. Серед широкого асортименту вищезгаданих товаровиробників чи не найбільшу питому вагу мають

різноманітні соуси, майонези, кетчупи, столова гірчиця, маргарини та тверді рослинні й комбіновані олії.

У зв'язку зі зростанням попиту на олії різних культур для виготовлення біопалива намічається тенденція до збільшення їх виробництва, у тому числі гірчиці. Враховуючи різнобічне народногосподарське значення гірчиці сизої (олійна, технічна, кормова, сидеральна, медоносна) та невибагливість до агрофону) вона останнім часом привертає увагу вчених і виробничників як сировинна база для поповнення рослинних ресурсів у сільському господарстві.

Обізнаність фахівців сільськогосподарського виробництва з особливостями вирощування та використання гірчиці сизої сприятиме збільшенню виробництва насіння, зеленої маси, зростанню ефективності та біологізації сучасного аграрного виробництва.

Технологія виробництва сільськогосподарських культур базується на глибоких знаннях їхньої біології. Особливості біології гірчиці залежно від мінерального живлення недостатньо вивчені, що й спонукало нас провести відповідні дослідження.

Актуальність теми. Нині все більша увага товаровиробників приділяється нетрадиційним, або альтернативним культурам, котрі водночас із можливістю формувати гарантовані, стабільні врожаї насіння і сировини доброї якості вирізняються відносною невибагливістю до умов вирощування, загального агрофону, що певною мірою зменшує собівартість продукції, підвищує рівень рентабельності господарювання і дає змогу більш успішно конкурувати на сучасному ринку с.-г. продукції. З огляду на вищезазначене, розробка елементів агротехніки гірчиці сизої стосовно вирощування в умовах Лісостепу України є дуже актуальною, адже, не зважаючи на значний біологічний потенціал цієї культури, майже відсутні науково обґрунтовані технологічні прийоми її вирощування.

Мета і задачі досліджень. Мета досліджень полягала в практичному визначенні і теоретичному обґрунтуванні оптимального рівня мінерального живлення в технології вирощування насіння гірчиці сизої в умовах Поділля.

До задач дослідження входило:

- вивчити вплив норм мінеральних добрив на врожайність насіння гірчиці ;
- дати економічну оцінку технологічним елементам, що забезпечують одержання високих врожаїв насіння гірчиці сизої.

Об'єкт досліджень – формування насіннєвої продуктивності гірчицею сизою *(Br. juncea Chern.)* за різних умов вирощування, як процесу, що створює проблемну ситуацію і підлягає вивченню.

Предмет досліджень – різні норми мінеральних добрив, як фактори, що впливають на продуктивність рослин гірчиці сизої і безпосередньо вивчаються в даному дослідженні.

Методи досліджень: польовий – для визначення врожаю, біометричних обліків та вимірів; лабораторний – аналіз якості насіння, структури врожаю, кількості основних елементів живлення в ґрунті та рослинах; економіко-математичний – оцінка економічної ефективності досліджуваного елементу технології вирощування гірчиці сизої; математико-статистичний – проведення дисперсійного аналізу та статистичної оцінки результатів біометрії.

Практичне значення одержаних результатів. Результати досліджень мають велику практичну цінність для господарств зони, котрі займаються виробництвом товарного насіння гірчиці сарептської, адже фактор, що нами вивчався, є найбільш дієвими у підвищенні насіннєвої продуктивності, що дає змогу перевести її вирощування на якісно новий рівень і суттєво підвищити економічні показники господарювання.

Особистий внесок здобувача. Автор безпосередньо приймав участь у плануванні і проведенні польових дослідів, спостережень і лабораторних

досліджень, аналітичної роботи, обробці експериментальних результатів досліджень, обчисленні показників економічної ефективності варіантів, що досліджувалися. Також результати досліджень доповідались на 3 всеукраїнській науковій інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Наукові здобутки молоді в інноваційному розвитку агросфери».

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційну роботу викладено на 66 сторінках комп'ютерного тексту. Вона складається з анотації, вступу, 5 розділів, висновків, пропозицій виробництву, списку літератури, що включає 60 найменувань. Робота містить 7 таблиць та 4 рисунки і додатки.

РОЗДІЛ 1.
ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ Й РОЗВИТКУ ГІРЧИЦІ СИЗОЇ ЗАЛЕЖНО ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ЇЇ НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ

(Огляд літератури)

1.1. Народно-господарське значення гірчиці сизої

Батьківщина гірчиці сизою – Східний Китай, де це культурну рослину отримали шляхом відбору кращих форм з «дикунів». З Китаю вона перейшла до Індії, де і знаходиться один з первинних центрів обробітку цієї культури. Поширення. В даний час окрім Індії обробляється в Китаї, Єгипті, низці інших країн. Введення гірчиці сизою в культуру сталося порівняно недавно. Свою назву гірчиця сиза (сарептська) отримала від поселення Сарепта в Поволжі.

В даний час гірчиця – найбільш поширена в нашій країні олійна культура з рослин сімейства Капустяні (Хрестоцвіті), вона займає четверте місце після соняшнику, сої і ріпаку.

За деякими твердженнями [50], серед усіх олійних капустяних культур гірчиця сиза є найбільш давньою в еволюційному плані. Перші згадки саме про культурне вирощуваня гірчиці дійшли до нас із історичних документів за часів правління царя Хамурапі (близько 3100 рік до н.е.). Уже тоді з насіння гірчиці отримували олію для освітлення приміщень, харчових потреб, а гірчичний порошок, завдяки своїм антисептичним властивостям, використовувався для консервування харчових продуктів і навіть бальзамування. На думку іншого вченого [24], культура гірчиці походить з передгірь Гімалаїв і території півострова Індостан.

Згадки про цю культуру зустрічаються також в Талмуді та Новому Заповіті. Вказівки щодо використання гірчиці в якості приправи до їжі містяться у творах римского письменника Колумели (I ст. н.е.), котрий є автором великої 13-томної праці про сільське господарство, і філософа Паладія (IV ст. н.е.). Є записи про врожаї гірчиці в документах монастиря Сен-Жермен-де-Пре в Парижі, датовані 800 р. У збірці законодавчих актів Карла Великого (так званому «Капітулярі») присутні вказівки про розвиток культури

гірчиці. В Іспанії в X ст. в епоху правління маврів також дуже поширеною культурою була гірчиця, а в Англії та Німеччині значних розмірів виробництво цієї культури досягло в XIII ст., про що свідчить старовинний рукопис, який зберігся в книгозбірні міста Франкфурт-на-Майні [57].

Гірчиця сиза (сарептська) – /*Brassica juncea Czern.*/ відноситься до роду *Brassica* родини *Brassicaceae* (Капустяні). До складу роду також входять гірчиця чорна, гірчиця абісинська, ріпак, суріпиця й інші культури (загалом 47 видів). Як вважають вчені [8], гірчиця, найвірогідніше, з'явилася в результаті природного відбору від примітивних форм.

Кущ гірчиці сизої щільний, слабо похилений, заввишки від 30-80 до 100 см залежно від умов вирощування з опушенням в основі. Стебло гнучке, заповнене губчастою паренхімою, товщиною в нижній частині до 2,5 см. Починаючи з фази бутонізації, усі органи рослини, окрім суцвіття, вкриваються сизим нальотом, від чого походить назва культури. Сходи – яскраво-зеленого кольору.

Корінь стрижневий, веретеноподібний, завтовшки до 2 см, дуже твердий. Хоча основна маса активної кореневої системи знаходиться в орному шарі ґрунту, на пізніх фазах розвитку і особливо за недостатнього забезпечення вологою вона здатна проникати на глибину до 2 м і глибше.

Нижні розеточні листки – великі, черешкові, ліровидно-пірчасторозсічені, з крупною верхньою долею, стеблові зменшуються до верху стебла, змінюючи форму на неправильно-трикутну, а верхні – сидячі, видовжено-лінійні, дрібні.

Суцвіття нещільне – щиток. Пелюстки зрлотисто-жовті, довжиною 06-09 см. Квітки мають слабомедовий запах, діаметром 10-15 мм з яскраво-жовтими пелюстками. Довжина зав'язі близько 2 см. Вона складається з 15-20 насінєгнізд.

Плоди у гірчиці сарептської притиснені до стебла, стручки довжиною 2,5-5.6 см. шириною 2-3 см. під час дозрівання розтріскуються. Носик стручка тонкий, шилоподібний, довжиною 0,6-2.2 см. Насіння кулькової форми темно-

коричневе, лише в сорту „Неосипаюча-2" – жовте. Воно у воді не ослизнюється. Маса 1000 насінин 1,7-2.4 г. на смак гірке, пекуче з відчутним ефірним запахом. Вміст у насінні жирної олії сягає 35-52%, ефірної (алілової) – 0,5-1,2%. При розтиранні насіння з теплою водою відчувається характерний гірчичний запах.

У насінні гірчиці містяться глюкозинолати (тіоглікозіди). Головний з них – глікозид синігрин, що є подвійним ефіром аллілізотіоцианата з бісульфатом калія і глюкозою (до 1,4 %). У присутності води при температурі 30-40 °С під впливом ферменту мірозину, що також міститься в насінні гірчиці, синігрин розщеплюється на компоненти. Гідроліз йде в два етапи: спочатку від синігрину відщеплюється бісульфат калія, потім розщеплюється глікозідний зв'язок в атома сірки і утворюються глюкоза і аллілізотіоцианат, інакше званий гірчичним ефірним маслом. Насіння багате жирним маслом (до 40 %), білками, слизистими речовинами. Жирне масло використовується як харчове (пекучим смаком не володіє).

У гірчиці сизої виділяють такі фази розвитку: проростання насіння, сходи, поява першої пари справжніх листків, розетка, стеблування, бутонізація, цвітіння, утворення стручків і достигання насіння.

Зважаючи на тривалий еволюційний період, гірчиця сиза вирізняється високою екологічною пластичністю. Так, насіння починає проростати за температури +3...+5ºС, і сходи з’являються на 15-20 день; за +12...+18ºС – на 5 – 7 день. Сходи витримують нетривале зниження температури до -6...-7ºС. Потреба насіння у волозі для проростання становить 120,9% його маси.

Цвітіння гірчиці настає через 40 – 45 днів після появи сходів і триває 10 – 25 днів. Період сходи – повна стиглість становить 80 – 116 днів. Гірчиця вимоглива до запасів ґрунтової вологи (витрата вологи на створення 1 г сухої речовини складає 413,9 г), необхідна сума активних температур від посіву до повної стиглості дорівнює 2000 – 2500ºС.

Гірчицю сарептську прийнято вважати посухостійкою культурою через її здатність витримувати дуже високі температури повітря (+40-42 ºС) без суттєвого зниження врожайності за умови достатньої вологи ґрунту [32].

Підтвердженням цього є те, що в умовах Казахстану, Узбекистану та більшості штатів Індії відомі досить успішні результати вирощування гірчиці сизої на зрошенні за середньодобових температур улітку +30ºС і вище.

Що стосується вимог культури до родючості ґрунту, то передусім на інтенсивність росту і розвитку рослин впливає вміст азотного компонента мінерального живлення, що пояснюється тим, що гірчиця сиза формує дуже велику вегетативну масу за порівняно короткий проміжок часу.

Виходячи з вищенаведеного, можна зробити висновок про доцільність вирощування гірчиці сизої в умовах оптимального забезпечення елементами мінерального живлення з метою отримання стабільних урожаїв насіння з показниками якості, що відповідають вимогам до сировини харчового використання.

1.2 Вплив мінеральних добрив на особливості росту і розвитку та насіннєву продуктивність гірчиці сизої

Важливим засобом підвищення урожайності насіння гірчиці, незалежно від ґрунтово-кліматичних умов її вирощування, є раціональне удобрення культури. Для цього необхідно глибоко розуміти фізіологічну роль найважливіших елементів живлення, динаміку їх споживання рослинами, джерела надходження, коефіцієнти використання та ефективність дії органічних і мінеральних добрив за різних агротехнічних умов.

Мінеральні добрива є одним із найдієвіших чинників впливу на формування врожаю сільськогосподарських культур [1, 6]. За даними дослідників, у загальній структурі приросту врожаю їх частка становить 40–70 %, а на зрошуваних землях значення мінерального живлення є ще вагомішим [63]. Максимальна ефективність добрив проявляється лише за умов їх оптимального застосування.

Азот – ключовий елемент мінерального живлення, що входить до складу білків, хлорофілу, ферментів та низки інших сполук. Як компонент хлорофілу він забезпечує інтенсивність фотосинтезу, а як складова ферментів – регулює перебіг біохімічних реакцій у рослині. При нестачі азоту уповільнюється ріст гірчиці, зменшується інтенсивність галуження, листки втрачають зелене забарвлення, а молоді органи залишаються недорозвиненими. Найактивніше азот поглинається у фазі від початку стеблування до бутонізації, досягаючи максимуму в період молочної стиглості, після чого його концентрація знижується [5].

Роль азоту варіює залежно від фази розвитку: у період стеблування він стимулює пагоноутворення та формування стручків, у фазі цвітіння – зменшує опадання бутонів і квіток та запобігає редукції насіння після запліднення [7]. Разом з тим, при слабкому розвитку рослин надмірне азотне удобрення може не дати бажаного ефекту, а інколи й погіршити екологічну ситуацію через

можливе вимивання та накопичення нітратів [8].

Фосфор є складовою нуклеїнових кислот, нуклеопротеїдів, мембранних ліпідів, ферментів і вітамінів. Його головна функція – забезпечення енергетичних процесів на рівні клітини за рахунок макроенергетичних зв'язків АТФ [9]. Фосфор сприяє формуванню первинної кореневої системи, пришвидшує ріст і розвиток рослин, підвищує їх екологічну пластичність та імунітет [11]. Поглинання фосфору починається з моменту появи сходів і триває майже всю вегетацію. Інтенсивність його засвоєння залежить від температури й вологості ґрунту: нестача опадів у період росту стебла та формування плодів призводить до різкого зменшення надходження фосфору в рослину, тоді як достатнє зволоження сприяє його акумуляції [12]. Дефіцит фосфору проявляється у вигляді дрібних листків із бурими краями та верхівками, які з часом відмирають [20]. Фосфорне та азотне живлення тісно взаємопов'язані: нестача одного елемента спричиняє порушення засвоєння іншого.

Калій відіграє важливу роль у білковому та вуглеводному обмінах, сприяє нагромадженню цукрів, підвищує загальну резистентність рослин до стресів і стійкість проти полягання. При його нестачі порушується розвиток інтеркалярної меристеми, міжвузля залишаються короткими, ріст рослини затримується, а листки набувають вигляду "підгорілих" по краях. Найвища концентрація калію в рослинах гірчиці спостерігається у фазі бутонізації–цвітіння, після чого різко знижується [23].

Гірчиця сиза характеризується високою потребою в інтенсивному мінеральному живленні через короткий період вегетації та відносно слабко розвинену кореневу систему. Рослини активно засвоюють елементи живлення, тому рівень забезпечення ґрунту поживними речовинами істотно визначає кінцеву продуктивність культури [24].

В умовах нестійкого зволоження Лісостепу мінеральні добрива здебільшого вносять восени під зяблевий обробіток або навесні локально на

глибину 10–12 см. У зонах достатнього зволоження фосфорні та калійні добрива доцільно вносити під зяблеву оранку, тоді як азотні – переважно навесні, щоб уникнути їх втрат унаслідок вимивання в осінньо-зимовий період. На полях з низьким рівнем родючості ефективним є припосівне внесення гранульованого суперфосфату або комплексних добрив у дозі 10–15 кг/га за фосфором. За дефіциту вологи доцільно проводити підживлення азотними або азотно-фосфорними добривами, а на Поліссі – повним мінеральним удобренням із нормою близько 30 кг/га діючої речовини [22]. Науково обґрунтоване використання добрив позитивно впливає не лише на урожайність гірчиці, але й на якість продукції: добрива, як правило, підвищують масу 1000 насінин і вміст білка, тоді як вміст крохмалю та жиру змінюється незначно [31].

У тривалих стаціонарних дослідах різних установ України було показано, що зв’язок між нормами внесення добрив і врожайністю має характер кривої з “плато”: від низьких до середніх доз ріст урожаю є різким, але при подальшому зростанні рівня живлення приріст врожайності сповільнюється і надалі практично припиняється [13]. С.П. Городецька, Є.М. Олійник, Н.М. Кравченко встановили, що найбільший урожай та кращі показники якості зерна озимої пшениці за першу ротацію сівозміни отримано при внесенні N110P100K105, тоді як оптимальною з економічної точки зору виявилась доза N80P55K75. У наступній ротації підвищені дози азотних і калійних добрив не мали переваг перед помірними й навіть негативно впливали на урожай основної та побічної продукції [48].

Ф.С. Соболєв, аналізуючи 40-річні дані стаціонарних дослідів, відзначав, що добрива при систематичному застосуванні у сівозміні впливають значніше, ніж при одноразовому внесенні, змінюючи оцінку доцільних доз і співвідношень елементів порівняно з результатами короткочасних дослідів. Найефективнішою системою удобрення для цукрових буряків та озимої пшениці була органо-мінеральна (гній + повне мінеральне

добриво), тоді як чисто мінеральна система дещо перевершувала органічну завдяки більшій доступності елементів живлення [48]. Подальші дослідження Ю.К. Кудзіна показали, що ефективність еквівалентних за вмістом поживних речовин доз мінеральних добрив і гною є близькою, а відмова від комбінованих систем (лише гній або лише мінералка) не забезпечує подальшого росту продуктивності, а лише стабілізує досягнутий рівень урожаю [28, 29].

У дослідах Миронівської селекційно-дослідної станції тривале застосування добрив у сівозмінах сприяло покращенню фізичних і хімічних властивостей ґрунту, структурного стану та водного режиму, накопиченню рухомих форм азоту, фосфору й калію, що позитивно впливало на врожай не лише безпосередньо удобрюваних культур, але й наступних у сівозміні [12, 32, 34]. Водночас повна заміна гною лише мінеральними добривами зумовлювала погіршення окремих фізичних властивостей ґрунту.

С.І. Войтенко показав, що у двох ротаціях сівозміни повне мінеральне добриво на фоні гною забезпечувало більші прибавки урожаю озимої пшениці порівняно з фосфорно-калійним фоном. Найвища ефективність азотних добрив відзначена після кукурудзи на силос, тоді як після конюшини й гороху ефективність азоту була істотно нижчою [16].

Мінеральні добрива містять елементи живлення у формах, найбільш придатних для засвоєння рослинами, проте 100 % їх використання неможливе, оскільки вони вступають у загальний кругообіг речовин у ґрунті. Ефективність використання поживних елементів залежить від складу та форми добрив, їх дози, строків і способів внесення, а також від ґрунтово-кліматичних та агротехнічних умов. Насіннєва продуктивність гірчиці сизої, як і більшості олійних культур, зумовлена насамперед оптимальною кількістю доступного азоту (рівень урожайності), а також рухомих форм фосфору та обмінного калію (якість насіння), причому важливим є не лише їх абсолютний вміст, а й співвідношення елементів мінерального живлення. З огляду на це, а також на

недостатню вивченість питання, було розгорнуто ряд досліджень, спрямованих на з'ясування впливу рівня мінерального живлення на ріст, розвиток і насіннєву продуктивність гірчиці сизої.

Гірчиця є досить чутливою до внесення як органічних, так і мінеральних добрив [50]. Гній зазвичай вносять нормою 15-20 т/га під зяблеву оранку. За даними Камишинської державної селекційної станції, внесення під зяб 2 ц/га суперфосфату і 0,5 ц/га сечовини підвищує врожай насіння на 1 ц/га, а 75 кг/га гранульованого суперфосфату одночасно з сівбою гірчиці (за даними ВНДІОК) забезпечує приріст урожайності на рівні 22 %. Внесення під зяб $N_{60}P_{80}$ дозволяє отримувати 25–27 ц/га насіння. За винесенням поживних речовин з ґрунту на 1 ц основної продукції гірчиця сиза дещо поступається ярому ріпаку: на 1 ц насіння вона виносить 5,0–5,7 кг азоту, 2,3–2,8 кг фосфору і 4,0–5,4 кг калію [7, 12, 24].

У низці дослідів відмічено, що у роки з достатнім вологозабезпеченням провідну роль у формуванні врожаю насіння гірчиці сизої відіграють азотні добрива, тоді як у більш несприятливі (посушливі) роки – фосфорні й калійні. Для південно-західних районів Білорусі рекомендована середня норма мінеральних добрив становить $N_{45–60}P_{60}K_{45}$ [56]. Також показано, що внесення під зяблеву оранку повного мінерального добрива нормою $N_{60}P_{45}K_{30}$ і додаткове внесення Р10 під час сівби підвищує врожайність насіння порівняно з контролем (без добрив) на 14,7 ц/га, або на 310 % [37].

У ряді робіт зазначається, що припосівне внесення гранульованого суперфосфату в дозі 15 кг/га у роки з посушливою весною, як правило, не забезпечує відчутного приросту врожайності. Натомість за достатнього й підвищеного вмісту вологи в ґрунті навесні цей агрозахід сприяє збільшенню врожайності насіння на 1,2–3,8 ц/га [51]. У середньому для зони гірчицесіяння рекомендована норма мінеральних добрив за основного внесення під зяблеву оранку становить $N_{30–45}P_{45–60}K_{30–40}$ [38].

Особливості удобрення гірчиці на світло-каштанових ґрунтах вивчав

ряд дослідників [54]. Встановлено, що на карбонатних середньо структурних ґрунтах оптимальна норма мінеральних добрив має становити $N_{60}P_{60}$, тоді як у посушливі роки зі значним дефіцитом активної ґрунтової вологи її доцільно зменшувати до $N_{45}P_{60}$. Використання лише фосфорних добрив підвищувало вміст жирної олії в насінні на 0,8-1,3 %, тоді як внесення лише азотних, насамперед, подовжувало вегетаційний період на 4-7 днів [41, 54]. У цілому підкреслюється підвищена чутливість гірчиці до вмісту в ґрунті азоту та фосфору, при цьому надмірне азотне живлення призводить до надто інтенсивного розгалуження рослин, формування надлишкової вегетативної маси та вилягання посівів, що ускладнює механізоване збирання і зумовлює значні втрати врожаю [35, 41].

Необхідність достатнього забезпечення рослин гірчиці сизої нітратним азотом на ранніх етапах онтогенезу відзначено в дослідах, де прискорений ріст у цей період дає змогу знизити шкодочинність капустяних блішок. Рекомендується вносити під зяблеву оранку повне мінеральне добриво нормою N60P60K30, а також поєднувати основне внесення $N_{45}P_{45}$ з припосівним фосфорним удобренням дозою P_{10} [2, 3, 35].

За даними Молдовської дослідної станції ВНДІОК з олійними й ефіроолійними культурами, максимальну врожайність гірчиці сизої – 13,6 ц/га отримано за внесення повного мінерального добрива нормою $N_{45}P_{60}K_{30}$. Подальше збільшення дози до $N_{90}P_{105}K_{75}$, а також поєднання цієї норми з органічним удобренням (20 т/га гною) виявилися економічно й агрономічно неефективними [27].

Численні дослідження індійських учених демонструють, що гірчиця сарептська гостро реагує на азотне й фосфорне живлення. У штаті Пенджаб на ґрунтах із низьким вмістом азоту було показано, що внесення 50 кг/га фосфору в поєднанні з різними дозами азоту (0, 50, 100, 150 кг/га) підвищує врожайність і вміст білка в насінні. Без азоту вміст олії становив 42,3 %, врожайність – 9,7 ц/га; при N_{50} – 41,3 % і 11,6 ц/га; при N_{100} – 39,5 % і 11,9 ц/га; при N_{150} – 38,5

% і 12,0 ц/га [58]. В інших дослідах на середніх суглинках (штат Кхарагпур) використання повного мінерального добрива у співвідношеннях 20:10:10, 60:30:30, 80:40:40 і 100:50:50 (N:P:K) забезпечувало урожайність 13,3; 21,2; 27,7 і 37,3 ц/га відповідно за 7,7 ц/га на контролі, при цьому зі зростанням доз добрив відмічено зростання вмісту поживних елементів у рослинній масі [58].

У подальших дослідах у штаті Пенджаб на легкосуглинкових ґрунтах дози азоту 0, 40, 80, 120 кг/га та фосфору 0 і 40 кг/га показали, що внесення лише фосфору (40 кг/га) забезпечує врожайність 8,8 ц/га проти 5,1 ц/га на контролі, тоді як поєднання фосфору з азотом ($N_{40–80}P_{40}$) підвищує врожай до 13,8-15,9 ц/га. Отже, фосфорні добрива не лише підвищують врожайність насіння, а й значно посилюють позитивну дію азотних; оптимальною нормою визнано N80P40 [45]. Аналогічні результати отримано у штаті Нью-Делі, де збільшення норми азоту від 0 до 80 кг/га й фосфору від 0 до 30 кг/га забезпечувало врожайність 8,2; 13,6; 16,1 ц/га (за N_0, N_{40}, N_{80}) та 19,3; 19,1; 21,5 ц/га (за P_0, P_{15}, P_{30}) відповідно [45, 58].

У штаті Конкен при вивченні норм азотних (0-60 кг/га) і фосфорних (0-45 кг/га) добрив встановлено, що зростання доз призводило до збільшення висоти рослин (від 115 до 177 см), кількості листків (19,6-45,2 шт.), гілок (4,2-8,6 шт.), сухої маси (8,1-24,7 г), кількості плодів (104-278 шт.), маси насіння з рослини (4,2-12,9 г) та врожайності (7,5-16,4 ц/га). Узагальнення цих даних дозволило зробити висновок, що на бідних латеритних ґрунтах оптимальною є норма $N_{60–80}P_{45–60}$, на більш родючих – $N_{40-60}P_{30-45}$ [38].

Німецькі дослідження показали, що на дуже бідних сірих лісових ґрунтах під гірчицю сарептську доцільно вносити 80-240 кг/га азоту, при цьому урожайність насіння становила відповідно 15,3; 18,1 і 20,6 ц/га (для норм N_{80}, N_{160} і N_{240}) [40]. Разом з тим наголошується, що настільки високі норми азоту є доцільними лише в умовах дуже низького природного вмісту поживних елементів і не можуть безпосередньо переноситися на інші

ґрунтово-кліматичні зони.

У більшості зарубіжних робіт значну увагу приділено також сірковому живленню. На важких глинистих ґрунтах типу Vertisols (Індія) встановлено, що збільшення норми сірки від 0 до 60 кг/га забезпечує зростання врожайності насіння з 15,9 до 19,6 ц/га, соломи – з 42 до 52 ц/га, а вмісту олії – з 36,5 до 39,6 %. При цьому найбільші показники зазвичай отримували при внесенні 40-60 кг/га S, тоді як різниця між цими дозами за врожайністю була статистично несуттєвою [65]. Найвищі врожаї отримували при застосуванні сульфату амонію як джерела сірки, що пояснюється його одночасною роллю джерела азоту й сірки, тоді як бентоніт і простий суперфосфат поступалися за ефективністю [65].

У численних індійських дослідженнях доведено, що поєднане застосування NPK із сіркою (40-60 кг/га) забезпечує збільшення врожайності насіння гірчиці сарептської на 15–25 %, у поодиноких випадках – до 30 % порівняно з варіантами без S, а також підвищення вмісту та покращення якості олії [66, 67]. Внесення сірки разом із фосфором та азотом поліпшує засвоєння основних елементів живлення й підвищує економічну ефективність вирощування культури [66-68].

Окремі роботи присвячені поєднанню фосфорно-сіркового живлення з мікроелементами (цинк, бор, залізо). Встановлено, що внесення Zn і B на фоні оптимальних доз NPK+S поліпшує стан фотосинтетичного апарату, сприяє кращому зав’язуванню та виповненню насіння і підвищує вміст жиру [68]. Поряд із ґрунтовою системою живлення перспективним напрямом є позакореневі підживлення. Зокрема, у дослідах за умов забруднення кадмієм позакореневі обробки 1 % розчином сечовини в поєднанні з мікроелементами (B, Zn) у фазу цвітіння та наливу насіння сприяли не лише зменшенню надходження кадмію в насіння, а й підвищенню врожайності та олійності за рахунок підтримання фотосинтетичної активності й поліпшення мінерального живлення рослин [69].

Узагальнюючи наведені результати вітчизняних і зарубіжних досліджень, можна зробити висновок, що оптимальні норми мінеральних добрив для гірчиці сарептської в більшості умов коливаються у межах $N_{30-60}P_{45-60}K_{30-45}$ із обов'язковим врахуванням забезпеченості ґрунту сіркою й доцільністю внесення 40-60 кг/га S. Надлишкові дози азоту (вище 60-80 кг/га) у поєднанні з дефіцитом фосфору й калію призводять до вилягання, затягування вегетації, зниження олійності й ускладнення збирання. Фосфор і калій, а також сірка й мікроелементи (Zn, B) відіграють провідну роль у формуванні кореневої системи, репродуктивних органів та якості насіння. Ефективність системи мінерального живлення істотно залежить від строків сівби, вологозабезпечення та густоти стояння рослин, що зумовлює необхідність регіональної адаптації норм і співвідношень добрив.

РОЗДІЛ 2.
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Умови досліджень

Робота виконувалась на кафедрі рослинництва, селекції та насінництва ЗВО «Подільський державний університет» протягом 2024-2025 рр. Польові досліди закладались в умовах науково-дослідного центру «Поділля» ЗВО «Подільський державний університет», що знаходиться в південній частині Хмельницької області, яка територіально відноситься до Лісостепової зони.

Клімат регіону формується під впливом теплих вологих мас Атлантики і континентальних повітряних мас азіатського антициклону, характеризується м'якою зимою і теплим літом. Циклони приходять із заходу, південного заходу і півдня і обумовлюють взимку потепління з відлигами і таненням снігу, а влітку – опади. Малохмарна морозна погода взимку є наслідком дії Азіатського циклону, з яким поширюється континентальні повітряні маси помірних широт.

Тривалість безморозного періоду – 175-180 діб (48-49% року). Весняний період починається 10-15 березня з стабільним переходом середньої добової температури повітря через 0°С. В першій декаді квітня відбувається перехід середньодобової температури повітря через 5 °С, а в третій – через 10 °С. Середньомісячна температура квітня – 9,2 °С. Максимальна, в окремі дні, може досягати 15,8 °С.

Літо настає в третій декаді травня з переходом середньодобової температури повітря через 15 °С і закінчується в першій декаді вересня, знову ж таки з переходом середньої добової температури через 15 °С. Середньомісячні температури повітря в травні – 14,6 °С, в червні – 17,9 °С, липні – 19,8 °С, серпні – 19,2 °С. В окремі роки і періоди максимальна температура повітря підіймається до 26,9 °С.

Осінь починається в першій декаді жовтня з переходом середньої добової температури повітря через 10 °С. Наприкінці жовтня – на початку листопада відбувається перехід середньої добової температури повітря через 5 °С.

Закінчується осінь в третій декаді листопада з переходом середньої добової температури повітря через 0 °С.

Між кінцем осені і початком зими, а також між кінцем зими і початком весни спостерігається передзимовий (40-45 діб) і передвесняний (30-35 діб) періоди з середньою добовою температурою повітря < 0 °С і > -5 °С.

Тривалість зими – 30-50 діб. Перший сніговий покрив спостерігається в другій половині третьої декади листопада. Середньомісячна температура повітря в січні – 3,1 °С. В окремі, найбільш холодні, зими абсолютні мінімуми температури в січні і лютому опускаються до -14,2 °С. В зимовий період похолодання часто змінюється інтенсивним потеплінням і навпаки.

Під час зимових відлиг температура повітря може досягати 10-12 °С.

Тривалість сонцестояння – 2000 год., в т. ч. в літній період – 780 год. (39%): червень – 260, липень – 270, серпень – 250; число днів без сонця – 9, з туманом – 60; річна сумарна радіація – 100-105 ккал/см^2 , радіаційний баланс додатній – 40-45 ккал/см^2, середньорічна сума ФАР – 51,8 ккал/см^2.

Середньорічна сума опадів за багаторічними даними становить 611 мм, за вегетаційний період – 430 мм (70%). У літні місяці опади переважно зливного характеру. Максимально їх припадає на червень-липень (в сумі 142 мм). Днів з опадами в травні-червні – 24, в липні-серпні – 31, Найбільша тривалість бездощового періоду – 5 діб. З квітня по жовтень нараховується 35-37 посушливих днів. Випаровування з поверхні ґрунту – 550 мм, дефіцит вологості повітря – 3,6 мм, ГТК – 1,4.

Структура середньорічної суми опадів мала наступні особливості: з інтенсивністю до 5 мм – 175 мм (28,2%), від 5,1 до 10 мм – 108 мм (17,4%), від 10,1 до 20 мм – 149 мм (24,0%), від 20,1 до 30 мм – 86 мм (13,8%) і понад 30 мм – 103 мм (16,6%).

За роки досліджень опади значно відрізнялися не тільки загальною кількістю за вегетаційний період, а й розподілом їх по місяцях. Так, 2024 рік характеризувався пониженою кількістю опадів у весняну декаду. В квітні випало опадів на 15, а в травні – на 50 мм менше середніх багаторічних.

Загалом у вегетаційний період 2024 року спостерігався дефіцит вологи у вигляді опадів, окрім червня місяця, де опади перевищували середні багаторічні на 60 мм. Це все відбувалося на фоні збільшення температури повітря від 3 до 5°С, що негативно вплинуло на ріст і розвиток рослин.

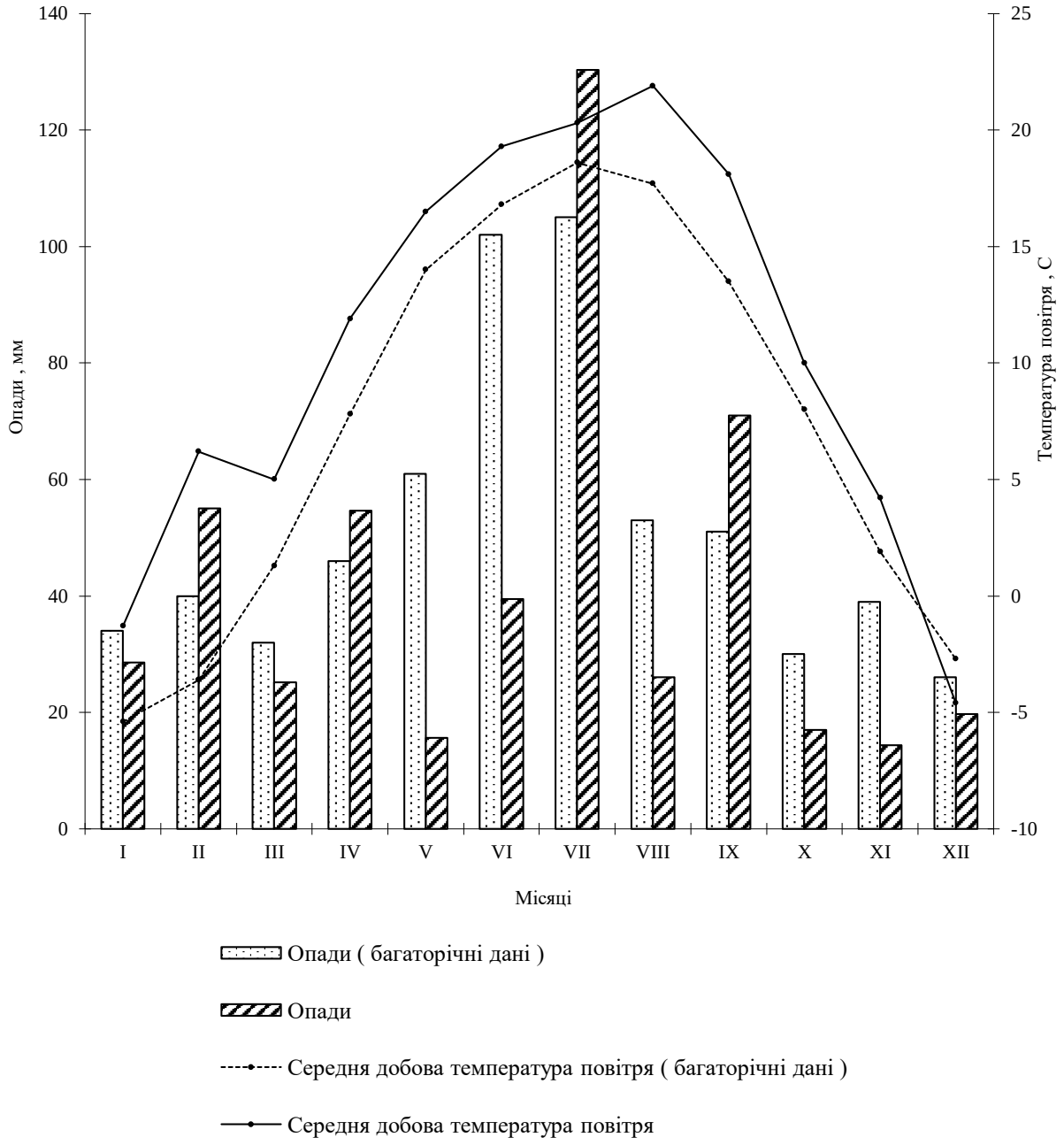


Рис.1. Гідротермічні умови 2024 року

Що стосується 2025 року, то необхідно відмітити, що вегетаційні умови були дещо кращими. Посушливим був лише квітень, так як опадів випало вдвічі менше середніх багаторічних. Це відобразилося на схожості рослин, і призвело до зрідження посіву. Травень-вересень були забезпечені вологою

достатньо – кількість опадів практично дорівнювала середнім багаторічним показникам, а в окремі місяці – навіть переважала.

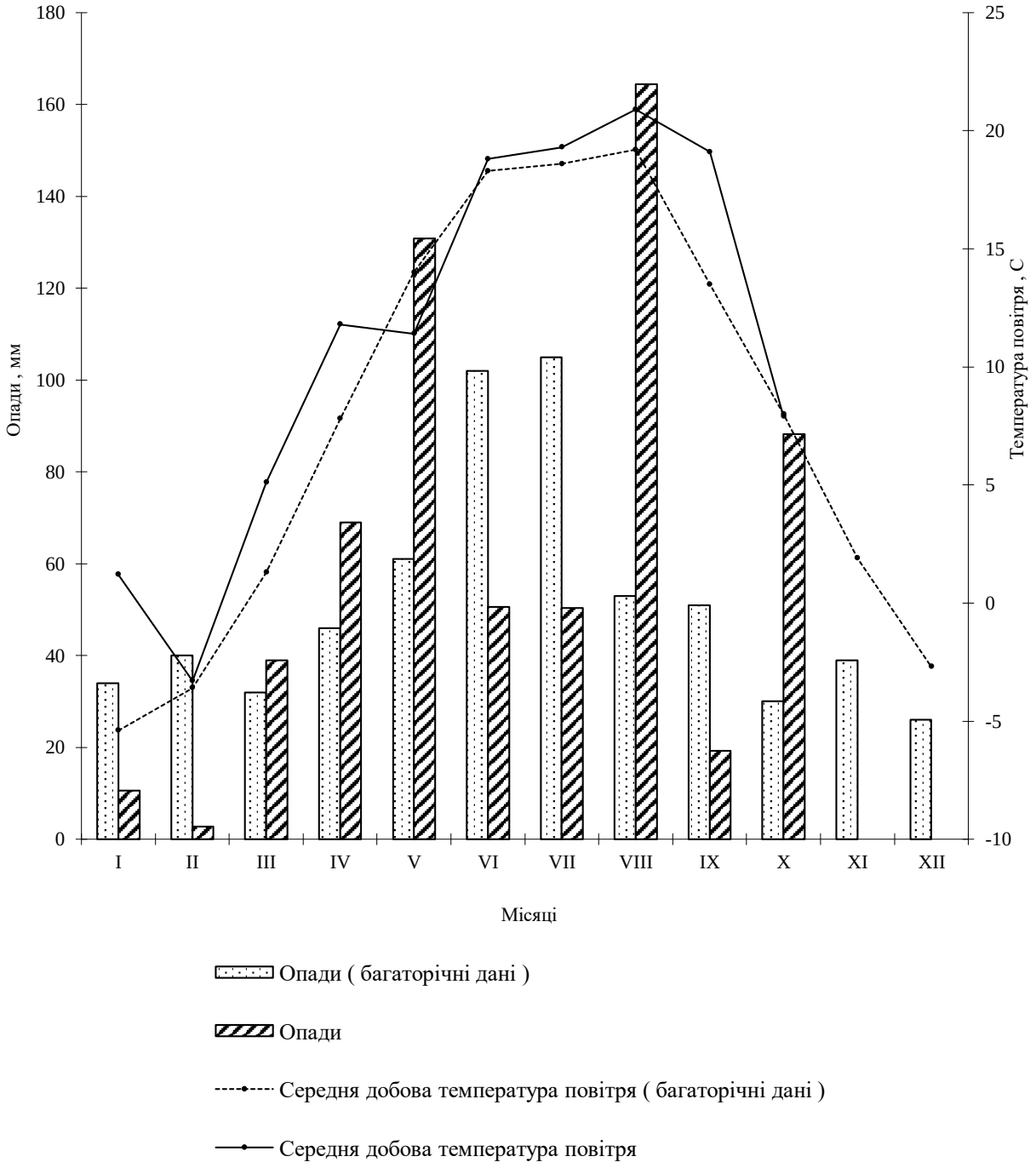


Рис.2. Гідротермічні умови 2025 року

Розподіл опадів протягом року був нерівномірний та не відповідав рівням багаторічних даних. Зокрема потрібно відмітити літні місяці – липень і серпень. Опадів в цей період випало менше на чверть у липні і на третину в

серпні. Однак, найбільш критичний період щодо вологи в рослин гірчиці був забезпечений атмосферними опадами, а саме в квітні-травні. В цей період рівень опадів був навіть дещо більшим за середні багаторічні дані.

Температурний режим повітря в цей період був теж достатнім і навіть перевищував багаторічні дані в цей період. Аномальним за температурними показниками виявився червень, коли температура повітря була меншою від багаторічної близько 4 °С.

В цілому, температурний режим протягом вегетаційного періоду несуттєво відрізнявся від середніх багаторічних даних і аномального впливу на урожайність гірчиці сизої не спричинив.

Ґрунти південно-західної частини Лісостепу України сформувалися на карбонатних лесових відкладеннях. На рівнинних місцевостях під покривом степової рослинності утворилися чорноземи глибокі, на перетятих під лісовою рослинністю – лісові опідзолені: від ясно-сірих до чорноземів опідзолених. Серед цих типів ґрунтів домінуючими є сірі опідзолені, на яких і проводились дослідження.

Глибина гумусового елювіального горизонту становить 25-30 см. Нижче розміщені ущільнений ілювіальний горизонт і ґрунтоутворююча порода або лес. Глибина залягання карбонатів становить 80-170 см. За гранулометричним складом ці ґрунти суглинкові. Вміст гумусу в середньому досягає 1,2-2,4%, pH сольової витяжки близько 5,5, гідролітична кислотність 1,7-2,8 мг·екв/100 г ґрунту, сума увібраних основ 4,0-17,3 мг·екв/100 г ґрунту, ступінь насиченості основами — 69,5-88 %. Механічний склад ґрунту важкосуглинковий, вміст фізичної глини становить 70-72% у фракції від 0,25 до 0,001 мм.

Зволожуються ґрунти за рахунок атмосферних опадів, так як на плато ґрунтові води залягають відносно глибоко – 6-10 м. За хімічним складом ґрунтові води прісні, придатні для вживання і різноманітного господарського використання.

Порівняння погодних умов, які склалися в роки проведення досліджень (2024-2025рр.), з багаторічними даними дають можливість підкреслити, що, не

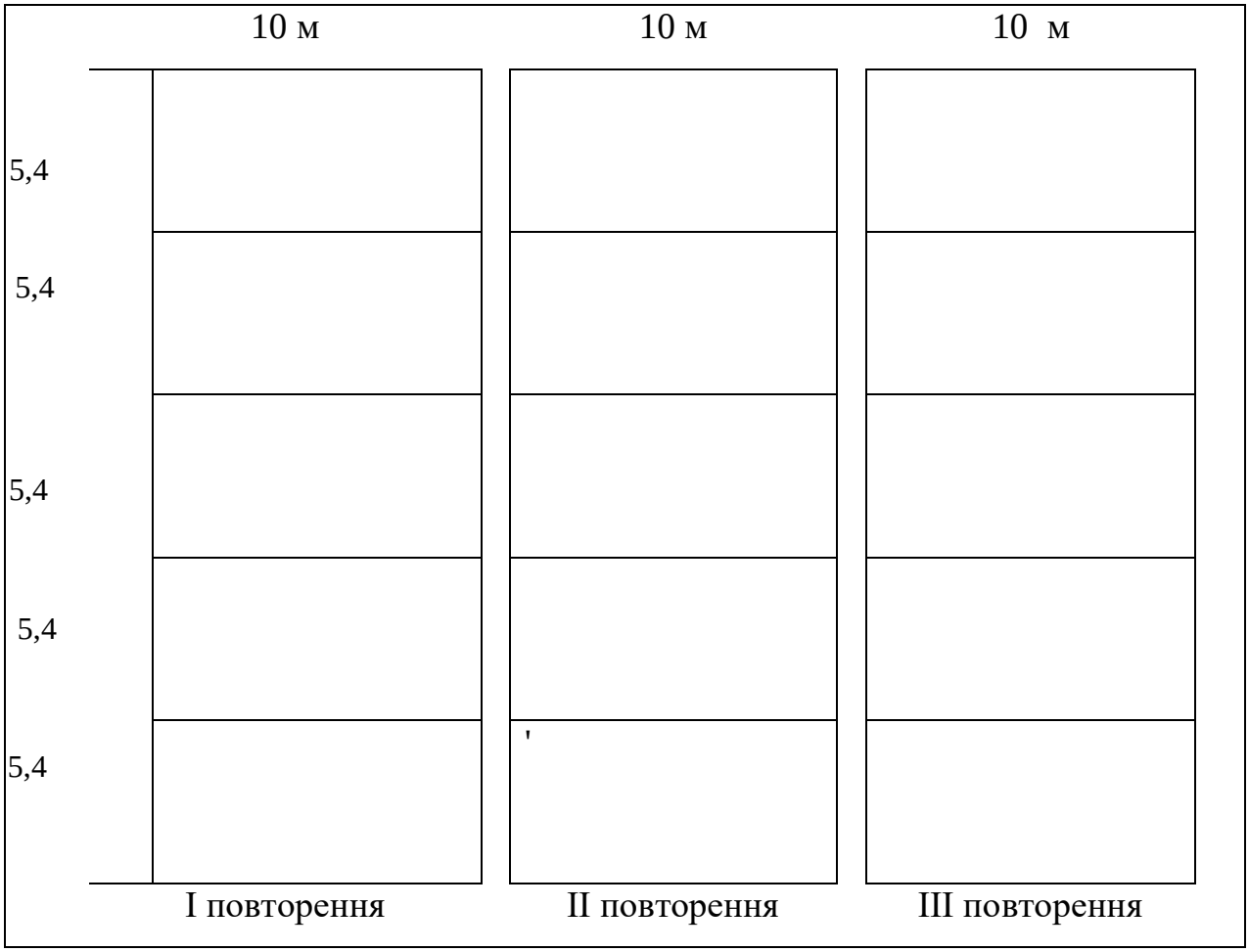
дивлячись на певну однорідність, вони в окремі місяці були значно контрастнішими за середні багаторічні, що не могло відобразитися на урожайності гірчиці сизої. Тобто принцип кліматичної типовості в дослідах зберігався не в повній мірі (рис. 1 і 2).

2.2. Схема та методика проведення досліджень

Польові досліди і лабораторні дослідження виконувалися протягом 2024-2025рр. з урахуванням вимог методики польового досліду за схемою:

1. Без добрив – контроль;
2. N_{60};
3. $N_{60}P_{60}$;
4. $N_{60}P_{60}K_{60}$;
5. $N_{90}P_{60}$ K_{60}.

Схематичний план досліду:



Повторність в досліді триразова, посівна площа ділянки 54 $м^2$, облікова – 30,0 $м^2$. Висівався сорт Деметра, виведений в інституті олійних культур НААН України, що забезпечує врожайність насіння на рівні 22-25 ц/га.

Дослідження супроводжувалися аналізами рослинних зразків, спостереженнями за динамікою росту та розвитку рослин гірчиці.

Густоту стояння рослин гірчиці визначали безпосередньо на ділянках в період сходів та перед збиранням урожаю шляхом підрахунку рослин у рядках діагональним напрямком ділянки. Фенологічні спостереження здійснювали на закріплених ділянках, відмічаючи по 50 типових рослин, на яких фіксувалося настання основних фаз розвитку і тривалість міжфазних періодів. За початок фази приймали час настання її у 10% рослин, за повну – у 70%. Лінійний приріст визначали на заздалегідь закріплених 10 рослинах.

Нарощення сирої біомаси спостерігали шляхом зважування рослин з площі 0,25 $м^2$ у трьох місцях кожної ділянки, у кожному визначенні паралельно відбираючи по 10 типових рослин для подальшого встановлення маси листків і стебел. У визначенні врожайності сухої речовини, рослини подрібнювали й із загальної маси відбирали три зразки по 100 г, котрі висушували за температурі 100 – 105°С.

Площу листкової поверхні встановлювали методом висічок за формулою:

$$S = a^{x} c / b,$$

де S – площа листкової поверхні, $см^2/м^2$;

a – загальна маса листків, $г/м^2$;

c – площа висічки, $см^2$;

b – маса висічок, мг.

Розрахунок фотосинтетичного потенціалу культури проводили за формулою:

$$ФП = ((Л_1 + Л_2) \times н_1 + (Л_2 + Л_3) \times н_2 + ... + (Л_{н-1} – Л_н) \times н_н) / 2,$$

де ФП – фотосинтетичний потенціал, $м^2$/га/добу;

$Л_н$ – площа листкової поверхні у відповідний період, $м^2$/га;

$Н_н$ – кількість діб між попереднім і наступним обліковими періодами.

У фазі повної стиглості на всіх ділянках відбирали модельні снопи для визначення елементів структури врожаю.

Збирання та облік врожаю проводили в фазу повної стиглості насіння гірчиці методом суцільного поділяночного обмолоту. Після зважування дані врожайності перераховували на 12% вологість і 100% чистоту.

Результати спостережень і обліків опрацьовували методом дисперсійного аналізу за допомогою персонального комп’ютера з використанням програмного пакету Statistica 5.0.

Економічну оцінку технології вирощування гірчиці сизої проводили з визначенням таких показників, як виробничі витрати, виручка, прибуток, собівартість одиниці продукції та рівень рентабельності за допомогою персонального комп’ютера з використанням програмного пакету Excel.

2.3. Агротехніка вирощування гірчиці сизої в досліді

Після збирання озимої пшениці проводили мінімальний обробіток стерні (стерньовий обробіток) за допомогою дискової борони-лущильника Lemken Rubin в агрегаті з трактором John Deere 8R на глибину 8-10 см.

Потім проводили основний обробіток ґрунту на глибину 23-25 см. використовуючи оборотний плуг Lemken Juwel з тим же трактором.

Рано навесні по мірі дозрівання ґрунту проводили закриття вологи за допомогою важких зубових борін або комбінованого культиватора, а Приблизно через 5-7 днів до сівби виконували передпосівну культивацію та внесення добрив. Передпосівний обробіток: здійснювали комбінованим ґрунтообробним агрегатом Horsch Terrano FX на глибину 6-8 см.

Сівба проводилася сівалкою СПУ-4 на глибину 3 см заздалегідь протруєним насінням.

Догляд за посівами гірчиці сизої був представлений хімічним обробітком сходів проти капустяних блішок (інсектицид Тіаметоксам дозою 0,6 л/га), контроль бур'янів проводився (гербіцид Клопіралід дозою 300 г/л).

Збирання врожаю проводилося в однофазному режимі комбайном Sampo 500.

РОЗДІЛ 3.

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА РІСТ І РОЗВИТОК ГІРЧИЦІ СИЗОЇ

Як і більшість капустяних культур, гірчиця сиза позитивно реагує на внесення мінеральних добрив (передусім азотних) підвищенням врожайності зеленої маси [13]. Це відбувається за рахунок збільшення лінійних розмірів, облистяності і обводненості тканин рослин. Відомо, що під час вирощуванні гірчиці сизої на зелений корм при збиранні в фазу кінець бутонізації, коли ще не почався процес накопичення ефірної олії в тканинах (тобто не в період максимального утворення надземної маси), вона забезпечує врожайність 190 – 270 ц/га [22].

Характерною особливістю динаміки зеленої маси гірчиці сизої є її різке зменшення, починаючи з фази утворення стручків, коли відмічається масова втрата листкового апарату і збільшення вмісту сухої речовини. У наших дослідженнях цей висновок знайшов підтвердження лише у випадку застосування невеликих доз азотних добрив та без застосування добрив взагалі (на контрольному варіанті) (табл. 1, рис. 3). При цьому втрата маси рослин від цвітіння до утворення стручків становила 0,41-0,46 кг/м^2 порівняно з іншими дослідними варіантами.

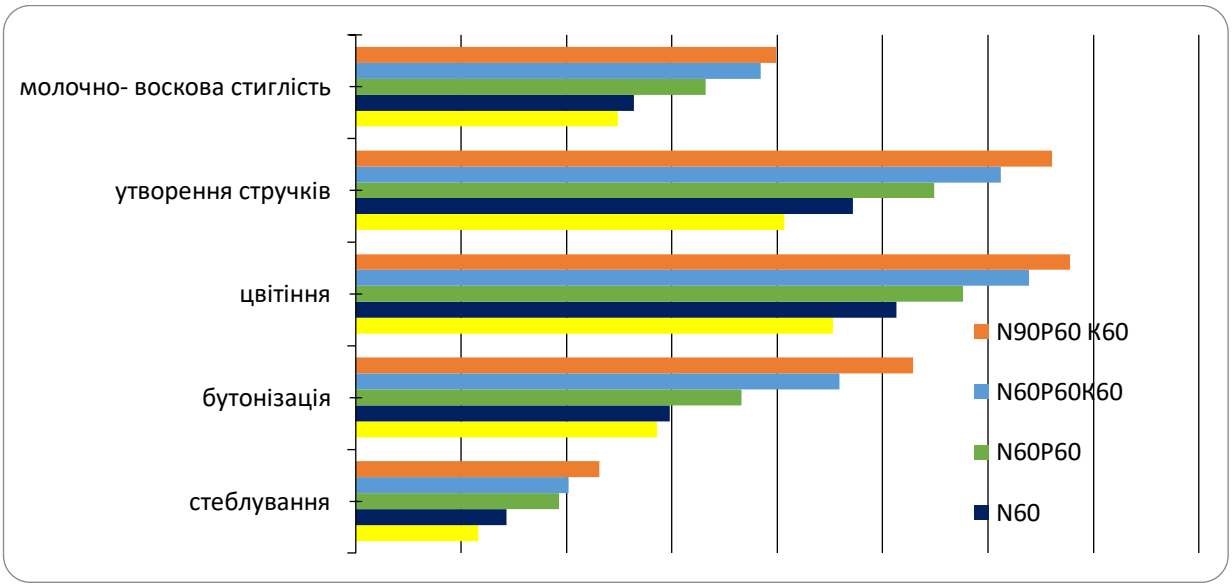


Рис. 3. Динаміка накопичення зеленої маси гірчиці сизої залежно від впливу мінеральних добрив

Максимальну врожайність зеленої маси гірчиці сизої (у середньому вона становила 5,72 кг/м^2) було зафіксовано в фазу цвітіння з тенденцією її збільшення з підвищенням норми мінеральних добрив. Починаючи з фази утворення стручків, помічено зниження врожайності зеленої маси культури, викликане відмиранням листків 1-3 ярусів, причому воно відмічалося на варіантах з нормою мінеральних добрив від 0 до $N_{60,}$ а рослини на варіантах з більшою нормою продовжували активно вегетувати і нарощувати надземну масу. У середньому, під час вирощування гірчиці зниження врожайності зеленої маси в фазу утворення стручків порівняно з фазою цвітіння становило 0,32 кг/м^2 або 5,6%

Таблиця 1

Динаміка накопичення зеленої маси гірчиці сизої залежно від норми мінеральних добрив (середнє за 2024-2025 рр.)

Норма мінераль-них добрив, кг д. р./га	Фаза розвитку рослин									
	стеблування		бутонізація		цвітіння		утворення стручків		молочно-воскова стиглість	
	кг/м^2	%	кг/м^2	%	кг/м^2	%	кг/м^2	%	кг/м^2	%
без добрив, контроль	1,16	100	2,86	100	4,53	100	4,07	100	2,49	100
N_{60}	1,43	123	2,98	104	5,13	113	4,72	116	2,64	106
$N_{60}P_{60}$	1,93	166	3,66	128	5,76	127	5,49	135	3,32	133
$N_{60}P_{60}K_{60}$	2,02	174	4,59	160	6,39	141	6,12	150	3,84	154
$N_{90}P_{60}$ K_{60}	2,31	199	5,29	185	6,78	150	6,61	162	3,99	160
Середнє значення	1,77	-	3,88	-	5,72	-	5,40	-	3,26	-

Починаючи з фази молочно-воскової стиглості насіння, спостерігалося різке зниження врожайності зеленої маси гірчиці, насамперед через зменшення обводненості тканин і збільшення вмісту в них сухої речовини.

У цілому відмічена тенденція, згідно з якою збільшення врожайності зеленої маси знаходиться у прямій пропорційній залежності від норми мінеральних добрив (передусім азотних), а її зменшення в більш пізні фази розвитку – в зворотній.

Суха речовина рослини включає групи мінеральних і органічних сполук різних рівнів організації [3]. За хімічним складом мінеральна частина сухої речовини – це окиси Na, K, Ca, Mg, Fe та ангідриди сірчаної, фосфорної, соляної і ін. кислот; органічна – білки, жири, клітковина і безазотисті екстрактивні речовини (БЕР).

Збір сухої речовини з одиниці площі залежить від рослинної маси і її вологості. Рівень вмісту води в рослинах визначає направленість і інтенсивність всіх фізіолого-біохімічних процесів, в тому числі і фотосинтезу. Для активної діяльності рослини мають містити в своїх тканинах як мінімум 70-80% води. При меншому її вмісті гальмується фотосинтетична діяльність рослини, процеси дисиміляції переважають асиміляційні. Організм поступово втрачає життєвий потенціал, ослаблюється і гине. Такий стан в природному варіанті спостерігається в період дозрівання рослин [6].

Процес утворення та накопичення органічної речовини є інтегральним показником усіх фізіологічних та біохімічних процесів, що відбуваються в рослинному організмі. Утворення сухої речовини в рослинах пшениці характеризується динамічним балансом, який виражається, з одного боку, надходженням мінеральних речовин з ґрунту і утворенням внаслідок фотосинтезу органічних сполук, а, з другого боку, витратами накопичених у рослинах органічних речовин на процеси дихання.

Накопичення сухої речовини рослинами – це відбиток життєдіяльності рослинного організму на кожному етапі його росту та розвитку в конкретних умовах навколишнього середовища. Тому накопичення сухої речовини за однакових умовах зовнішнього середовища повинно бути специфічним для кожного виду та сорту рослин.

Таблиця 2

Динаміка накопичення сухої речовини гірчиці сизої залежно від норми мінеральних добрив, г/м^2 (середнє за 2024-2025 рр.)

Норма мінеральних добрив, кг д. р./га	Фаза розвитку рослин														
	стеблування	± до контр.		бутонізація	± до контр.		цвітіння	± до контр.		утворення стручків	± до контр.		молочно-воскова стиглість	± до контр.	
		г/м^2	%		г/м^2	%		г/м^2	%		г/м^2	%		г/м^2	%
без добрив, контроль	123	-	-	460	-	-	965	-	-	1135	-	-	1260	-	-
N_{60}	158	35	28	467	7	2	1082	117	12	1255	120	11	1308	48	4
$N_{60}P_{60}$	210	87	71	575	115	25	1198	233	24	1543	408	36	1556	296	23
$N_{60}P_{60}K_{60}$	214	91	74	684	224	49	1305	340	35	1739	604	53	1810	550	44
$N_{90}P_{60}$ K_{60}	235	112	91	776	316	69	1370	405	42	1791	656	58	1863	603	48

Урожайність сухої речовини гірчиці сизої, за нашими даними, зростала впродовж усього вегетаційного періоду і максимальних значень досягла в останню фазу проведення спостережень – молочно-воскової стиглості насіння.

Як видно з таблиці 2, кількість сухої речовини у фазі стеблування коливалася по варіантах досліду від 123 до 235 грамів на 1 метр квадратний, причому збільшення її від контролю до внесення 60 кг азоту відбулося на 35 г/м^2, або 28%. На варіантах з внесенням $N_{60}P_{60}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$ прибавка зросла більш ніж вдвічі порівняно з попереднім варіантом, а саме на 87 та 91 г/м^2, або на 71 та 74% відповідно. Найбільшого накопичення сухої речовини досягнуто за максимального рівня удобрення $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 235 г/м^2, що перевищило контроль на 112 г/м^2, або 91%.

В подальшому процесі росту і розвитку рослин по фазах вегетації від бутонізації, цвітіння та утворення стручків відбувалось поступове збільшення вмісту сухої речовини з аналогічною тенденцією до фази стеблування, тобто при внесенні одного лиш азоту прибавка до контролю становила від 2 до 12%. При подальшому збільшенні рівня мінерального живлення різниця була більш значимою, а саме 25-36%, 35-53% та 42-69% за рівня $N_{90}P_{60}K_{60}$.

Максимального накопичення сухої речовини рослинами гірчиці сизої досягнуто у фазі молочно-воскової стиглості. Зокрема, на контрольному варіанті цей показник склав 1260 г/м^2, на варіанті з внесенням N_{60} – 1308 г/м^2, або на 4% більше. При внесенні $N_{60}P_{60}$ сухої речовини утворилося 1556 г/м^2, при $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 1810 г/м^2, при $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 1863 г/м^2, що в свою чергу перевищувало контрольний варіант без внесення добрив на 23, 44 та 48% відповідно.

Взагалі, чітка тенденція збільшення кількості сухої речовини гірчиці з підвищенням норми мінеральних добрив простежувалася протягом всіх фаз розвитку рослин, але стверджувати про її лінійний характер по всіх фазах немає ніяких підстав.

Основним фотосинтезуючим органом рослини та первинним накопичувачем асимілянтів є лист. Чим швидше наростає площа листя, тим

більше світлової енергії поглинає посів в одиницю часу, тим більше утворюється сухої речовини.

На початку вегетації більша частина листя на рослині знаходиться у фазі формування і ембріонального розвитку. Пізніше на рослині з'являються повністю сформовані листки, чисельність яких динамічно зростає.

Для основних польових культур оптимальною рахується площа листя 30-50 тис. $м^2$/га, сформована на 40-45-ий день вегетації. Розвиток листя характеризується листковим індексом, який показує у скільки разів листкова поверхня перевищує земельну площу розташування облікових рослин. Площа листя посіву дає об'єктивне уявлення про інтенсивність росту рослин протягом вегетації. Коливання розмірів площ листя посівів різних культур значні і пов'язані з їх біологічними особливостями, характером вирощування та погодними умовами.

Проте показник площі листя не дає повної характеристики фотосинтетичної діяльності посіву, так як він не включає часу роботи на урожай. Звідси, тільки фотосинтетичний потенціал, як показник сумарної площі листя посіву і часу її функціонування, дає найбільш повну оцінку в зазначеній площині; вимірюється він в млн $м^2$/га $\times$ діб. Для кожної культури, гібриду, сорту є свій оптимальний рівень фотосинтетичного потенціалу.

Мінеральні добрива, передусім азотні, беззаперечно збільшують площу листкового апарату як за рахунок підвищення загальної облистяності, так і через збільшення розмірів окремих листків. Згідно з даними таблиці 3, під час вирощування гірчиці сизої показник загальної площі листкової поверхні зростав протягом вегетаційного періоду до фази цвітіння, коли цей показник досяг максимальних значень і становив у середньому 39 тис. $м^2$/га (від 26,9 тис. $м^2$/га на неудобреному варіанті до 48,3 тис. $м^2$/га з внесенням добрив в дозі $N_{90}P_{60}K_{60}$).

Таблиця 3

Площа листкової поверхні та фотосинтетичний потенціал гірчиці сизої залежно від норми мінеральних добрив (середнє за 2024-2025 рр.)

Норма мінеральних добрив, кг д. р./га	Фаза розвитку рослин									
	Площа листя, тис. $м^2$/га					ФП, тис. $м^2$/га/добу				
	стеблування	бутонізація	цвітіння	утворення стручків	молочно-воскова стиглість	стеблування – бутонізація	бутонізація – цвітіння	цвітіння – утворення стручків	утворення стручків – молочно-воскова стиглість	стеблування – молочно-воскова стиглість
без добрив, контроль	10,1	22,5	26,9	14,9	1,0	11,4	19,8	31,4	7,2	69,7
N_{60}	10,8	22,4	29,2	17,7	5,8	11,6	20,6	35,2	11,7	79,2
$N_{60}P_{60}$	12,2	37,5	42,8	27,2	12,6	17,4	32,1	56,0	19,9	125,4
$N_{60}P_{60}K_{60}$	16,9	37,7	47,7	39,8	13,4	19,1	34,2	70,0	26,6	149,9
$N_{90}P_{60}K_{60}$	21,3	38,3	48,3	49,0	21,3	23,8	34,6	71,4	31,2	161,1

Починаючи з кінця фази утворення стручків, відмічалася втрата листкового апарату рослинами гірчиці, особливо у варіантах з невеликими нормами мінеральних добрив та на контролі.

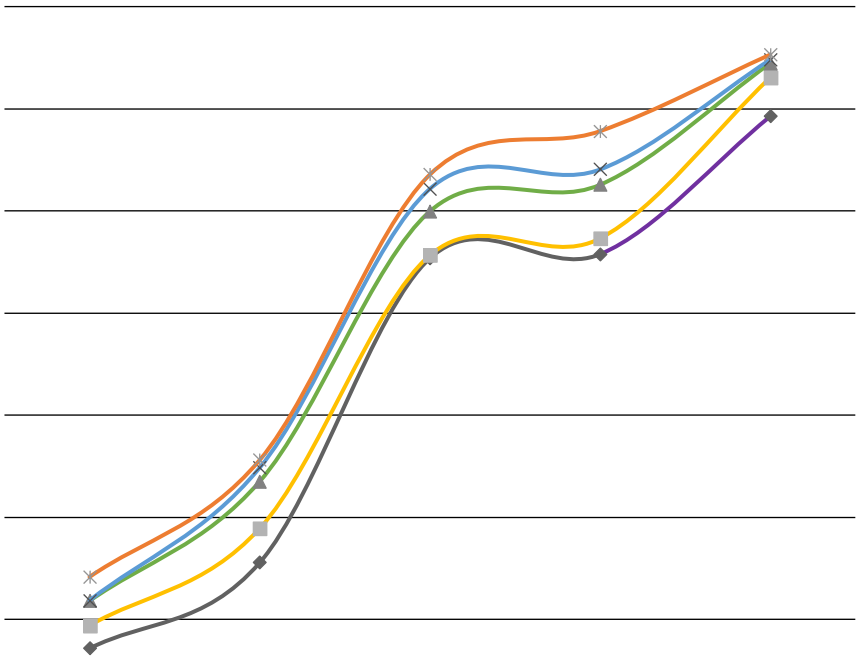
За норм, починаючи з $N_{60}P_{60}$, у цей же період було відмічене зростання загальної площі в 2-3 рази залежно від варіанту досліду, яке тривало до початку фази молочно-воскової стиглості насіння. У цей період за норми мінеральних добрив 0 та N_{60} відбулася майже повна втрата листкового апарату, на інших інтенсивність цього процесу була дещо меншою.

У таблиці 3 також приводяться значення фотосинтетичного потенціалу культури залежно від норм мінеральних добрив. Зважаючи на те, що цей показник залежить від приросту площі листкової поверхні за період спостереження і загальної тривалості цього періоду, цілком логічним є те, що максимальних значень він досяг в період „цвітіння – утворення стручків”. Середній показник фотоситетичного потенціалу на ділянках склав у цей період 52,8 тис. м^2/га/добу. Мінімальним він був у варіанті без внесення добрив (31,4 тис. м^2/га/добу), внесення самих азотних добрив зумовило його збільшеня на 3,8 тис. м^2/га/добу, а в поєднанні з фосфорними – у середньому на 24,6 тис. м^2/га/добу. При внесенні добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ і $N_{90}P_{60}K_{60}$ фотосинтетичний потенціал посіву становив 70,0 і 71,4 тис. м^2/га/добу, що перевищило контроль на 123 та 127% відповідно.

Протягом вегетаційного періоду гірчиці сизої нами також спостерігалася динаміка висоти рослин гірчиці сизої.

У кожну фенологічну фазу відмічався постійний приріст висоти рослин із підвищенням норми мінеральних добрив (табл.3, рис. 4). Так, у фазу стеблування на неудобрених ділянках висота рослин була 24,3 см, за внесення самих лише азотних добрив вона збільшилася на 4,5 см (до 28,8 см), а фосфорних у поєднанні з азотними – на 4,3 см на кожні 30 кг д. р. азоту; у фазу бутонізації – відповідно 41,1 см; 6,7 см і 5,9 см на кожні 30 кг д. р. азоту; у фазу цвітіння – 100,7 см; 0,6 см і 5,5 см на кожні 30 кг д. р. азоту. Максимальна

висота рослин 141 см була відмічена в фазу молочно-воскової стиглості насіння у варіанту із внесенням $N_{90}P_{60}K_{60}$.



	стеблування	бутонізація	цвітіння	утворення стручків	молочно-воскова стиглість
без добрив, контроль	24.3	41.1	100.7	101.5	128.5
N60	28.8	47.8	101.3	104.6	136.1
N60P60	33.6	57	109.9	115.1	138.9
N60P60K60	33.7	59.7	114.3	118.1	139.6
N90P60 K60	38.3	61.2	117.1	125.6	140.6

Рис.4. Висота рослин гірчиці сизої за фазами розвитку залежно від норми мінеральних добрив, см (середнє за 2024-2025 рр.)

Без застосування мінеральних добрив вона становила 128,5 см; внесення лише азотних добрив збільшило цей показник на 7,6 см; поєднання їх з фосфорними – на 3,3 см на кожні 30 кг д. р. азоту.

Проаналізувавши таблицю рис. 2 можна зробити висновок, що різні норми мінеральних добрив до молочно-воскової стиглості насіння гірчиці забезпечують практично однакову висоту рослин. Середня висота удобрених варіантів 138,8±0,97 см.

Аналіз структури урожаю – важливий метод оцінки розвитку культурних рослин, він дозволяє встановити закономірності формування урожаю і простежити його залежність від різноманіття чинників зовнішнього середовища, дію хімічних речовин або екстремальних погодних умов, а також вплив хвороб, бур'янів, шкідників і т.д.

Протягом 2024-2025 років нами був проведений аналіз структури урожаю залежно від досліджуваного фактора, а саме впливу мінеральних добрив. Досліджувалися такі параметри структури, як кількість гілок та стручків на рослині, кількість насінин і маса насіння з однієї рослини (табл. 4).

Таблиця 4

Залежність показників структури врожаю гірчиці сизої від норми удобрення

Норма мінеральних добрив, кг д. р./га	Кількість гілок першого порядку, шт.	Кількість стручків на одній рослині, шт.	Кількість насінин в 10 стручках, шт.	Маса насіння з однієї рослини, г
без добрив	4,3	48,9	133,9	1,66
N_{60}	4,9	61,9	147,0	2,29
$N_{60}P_{60}$	5,3	87,5	147,0	3,33
$N_{60}P_{60}K_{60}$	5,6	97,8	150,1	3,72
$N_{90}P_{60}K_{60}$	6,4	157,2	158,0	4,13
Статистичні показники				
$\overline{X}$	5,3	90,7	147,2	3
$S_{\overline{X}}$	0,35	18,79	3,89	0,46
S	0,78	42,01	8,69	1,02
V	15	46	6	34

Аналізуючи таблицю, потрібно зазначити, що внесення мінеральних добрив позитивно впливало на біометричні параметри гірчиці сизої. Із збільшенням дорив вони також зростали. Зокрема, середня кількість гілок на

контрольному (неудобреному) варіанті склала 4,3 шт. На варіанті із внесенням $N_{90}P_{60}K_{60}$ кількість гілок першого порядку становила 6,4 шт., що на 49% більше. Середня чисельність гілок по досліду на рослинах гірчиці сизої була 5,3±0,35 шт.

Добрива також позитивно впливали на чисельність стручків на рослині. На контролі їх чисельність склала 48,9шт. Внесення 60 кг д. р./га азоту призвело до збільшення кількості стручків до 61,9 штук. Відповідно норми $N_{60}P_{60}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечили 87,5 та 97,8 шт., завдяки чому перевищили контрольний варіант на 79 і 100%. На варіанті $N_{90}P_{60}K_{60}$ середня за три роки чисельність стручків була найвищою серед всіх варіантів і становила 157,2 шт., що на 221% перевищувало контроль. В середньому по варіантах кількість стручків склала 90,7±18,8 шт.

Кількість насінин в 10 стручках по варіантах різнилася не так суттєво і коливалася від 133,9 до 158 штук насінин (в середньому 147,2). Цікаво відмітити ситуацію між варіантами N_{60} та $N_{60}P_{60}$. В цих варіантах утворилася однакова кількість насінин в стручку (147,0 шт.), що дає право припустити, що внесення фосфорних дорив не впливає на чисельність насінин в стручку.

Логічним віддзеркаленням попередньо проаналізованих параметрів структури урожаю є маса насіння з однієї рослини. Найменшою вона була на контролі – 1,66 г, найбільшою на варіанті з максимальним удобренням $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 4,13 г, що більше контролю на 149%.

Урожай і урожайність – найважливіші результативні показники землеробства і сільськогосподарського виробництва в цілому. Рівень урожайності відображає вплив економічних і природних умов, а також якість організаційно-господарської діяльності сільськогосподарських підприємств і господарств.

Таблиця 5

Урожайність гірчиці сизої залежно від норми удобрення

Норма мінеральних добрив, кг д. р./га	Урожайність насіння в 2024 році, ц/га	Прибавка до контролю		Урожайність насіння в 2025 році, ц/га	Прибавка до контролю		Середня урожайність насіння за 2 роки, ц/га
		ц/га	%		ц/га	%	
без добрив, контроль	12,1	-	-	12,7	-	-	12,4
N_{60}	13,8	1,7	14	13,6	0,9	7	13,7
$N_{60}P_{60}$	14,6	2,5	21	15,8	3,1	24	15,2
$N_{60}P_{60}K_{60}$	15,0	2,9	24	18,0	5,3	42	16,5
$N_{90}P_{60}K_{60}$	15,0	2,9	24	17,7	5	39	16,4
Середня врожайність	14,1	-	-	15,6	-	-	14,8
$НІР_{05}$	-	0,9	6,5	-	1,7	11,0	-

Погодні умови 2024 року (висока температура повітря, значний дефіцит ґрунтової і повітряної вологи) призвели до деякого зниження врожайності порівняно з 2025 роком, хоча умови попереднього року були не найкращими для вирощування гірчиці сизої. Так, середня урожайність в 2024 році становила 14,1 ц/га, а в 2025 році - 15,6 ц/га. В розрізі 2024 року найнижча урожайність зафіксована на неудобреному варіанті в 12,1 ц/га, тоді як в 2025 році на варіанті без добрив врожайність склала 12,7 ц/га.

Внесення мінеральних добрив в 2024 році підвищувало врожайність гірчиці сизої порівняно з контролем на 14% із внесенням N_{60}; на 21% із внесенням $N_{60}P_{60}$; внесення повнокомпонентного добрива $N_{60}P_{60}K_{60}$ і $N_{90}P_{60}K_{60}$ прибавило до контролю 24% врожаю.

Погодні умови 2025 року вплинули на ріст та розвиток рослин гірчиці сизої таким чином, що внесення азотного добрива в нормі 60 кг/га збільшило врожайність культури на 7%, хоча в минулому році ця прибавка склала 14%, тобто вдвічі менше. Внесення фосфорно-калійного добрива в нормі $N_{60}P_{60}$ забезпечило приріст врожайності на 3,1 ц/га, або на 24%. Застосування в посівах гірчиці добрива в складі трьох макроелементів $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшило різницю з контролем на 5,3 ц/га або на 42%. Подальше збільшення азотних добрив в складі трьохкомпонентного добрива до $N_{90}P_{60}K_{60}$ значної прибавки не дало, а навпаки дещо її знизило.

Середня урожайність за два роки досліджень склала на контролі – 12,4 ц/га, при внесенні 60 кг/га азоту – 13,7 ц/га. При внесенні добрив на рівні $N_{60}P_{60}$ відмічена урожайність гірчиці сизої 15,2 ц/га. У варіанту $N_{60}P_{60}K_{60}$ урожайність становила 16,5 ц/га. Практично така ж врожайність встановлена на рівні 16,4 ц/га на варіанті $N_{90}P_{60}K_{60}$. Всі прибавки урожаю отримані за рахунок досліджуваного фактору, статистично достовірні, так як перевищують показник $НІР_{05}$.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ СИЗОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ

У сучасних умовах формування вітчизняного аграрного ринку питання економічної ефективності виробництва тієї чи іншої рослинницької продукції є визначальним критерієм у виборі стратегії і основних напрямів ведення землеробства.

Це повною мірою стосується і гірчиці сарептської, вирощування якої на насіння завжди було економічно вигідним, а її експорт поряд з експортом гірчичної олії й порошку ще на початку минулого століття являв собою досить суттєву прибуткову частину бюджету країни.

Виробництво зерна гірчиці при найменших матеріальних і грошових затратах – основне завдання всіх сільськогосподарських підприємств, оскільки рівень затрат тісно пов'язаний і безпосередньо впливає на ріст економічної ефективності в галузі рослинництва.

Необхідно відмітити, що будь-який агротехнічний захід заслуговує на увагу тоді, коли від його застосування у виробництві буде економічний ефект.

Показниками економічної ефективності виробництва є урожайність, затрати на 1 га посіву, вартість валової продукції зерна, вартість одиниці продукції (1 ц чи 1 т), рівень матеріально-грошових затрат на 1 га і на 1 ц продукції, чистий доход і рівень рентабельності виробництва.

Економічна ефективність показує кінцевий ефект від застосування засобів виробництва і живої праці. В сільському господарстві – це одержання максимальної кількості продукції високої якості з кожного гектару при мінімальних затратах матеріально-технічних ресурсів і праці.

Основними економічними показниками, що досліджувались були виробничі витрати, виручка, прибуток, собівартість одиниці продукції та рівень рентабельності.

Прибуток визначається різницею між вартістю продукції за ринковими цінами і виробничими затратами.

Собівартість одиниці продукції – є відношення суми виробничих затрат до обсягу виробленої продукції.

Рентабельність – є відношення суми прибутку до загальної суми виробничих затрат. Виражається в процентах. Показує рівень окупності капіталовкладень.

Таблиця 6

Економічна ефективність вирощування насіння гірчиці сизої за різних норм мінерального живлення

Спосіб сівби	Урожайність насіння з 1 га, т	Вартість урожаю тис. грн/т.	Виробничі витрати на 1 га посіву, тис. грн.	Собівартість 1 т насіння, тис. грн.	Умовний прибуток при реалізації насіння за цінами, тис. грн./га	Рентабельність при реалізації насіння за цінами, %
Без добрив (контроль)	1,24	49600	25920	20903	23680	91
N_{60}	1,37	54800	27900	19270	28400	96
$N_{60}P_{60}$	1,52	60800	30000	19737	30800	102
$N_{60}P_{60}K_{60}$	1,65	66000	32169	19496	33831	105
$N_{90}P_{60}K_{60}$	1,64	65600	33880	20659	31720	93

Відповідно закупівельної ціни на гірчицю в 2025 році за 1 тону насіння – 40 тис. грн. і виробничих затрат за технологічною картою (http://www.agroscop.com.ua/en/article/17.html) – 24 тис. грн./га рентабельність

виробництва насіння у контрольному варіанті становила 91%, а умовно чистий прибуток з 1 га посіву – 23,6 тис. грн.

Розрахунки економічної ефективності використання мінеральних добрив за вирощування насіння гірчиці показали, що найвищий умовно чистий прибуток – 33,8 тис.грн/га в середньому за роки досліджень отримано на варіанті з внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$. Вартість продукції за цього варіанта становила 66 тис. грн., загальні витрати – 32,2 тис. грн., та собівартість 1т насіння 19,5 тис. грн., рівень рентабельності 105% (табл.6).

При аналізі показників економічної ефективності вирощування гірчиці сарептської залежно від норми мінеральних добрив, необхідно відмітити, що найвища собівартість продукції (понад 20 тисяч гривень) була на контролі і на варіанті з максимальним рівнем удобрення.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Аналіз умов праці у господарстві при вирощуванні гірчиці сизої

Виробничий процес при вирощуванні гірчиці сизої характеризується високою сезонністю, широким застосуванням сільськогосподарської техніки та дією комплексу природних, технічних, хімічних і психофізіологічних факторів, які формують умови праці працівників господарства. Особливості цієї культури, зокрема невеликий період вегетації, потреба у своєчасних доглядових роботах та вузькі строки збирання, зумовлюють інтенсивність виконання технологічних операцій і підвищують вимоги до організації праці.

У господарстві застосовується шестиденний робочий тиждень із тривалістю робочого дня 8 годин (у суботу – 7 годин). Такий режим відповідає вимогам Кодексу законів про працю України та Закону України «Про охорону праці». Через сезонність операцій робочий день у період посіву, внесення добрив, обробітку ґрунту та збирання гірчиці може бути збільшений, однак загальна тривалість робочого часу повинна відповідати встановленому обліковому періоду. Контроль за дотриманням режиму праці й відпочинку здійснюється керівниками підрозділів.

Під час вирощування гірчиці працівники зазнають впливу низки небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

До механічних небезпек належать рухомі частини тракторів, культиваторів, сівалок, обприскувачів, комбайнів та іншої техніки. Найбільш поширені ризики: затягування одягу в рухомі вузли, удар чи наїзд техніки, падіння з агрегатів, перекидання тракторів на схилах. Під час агрегатування техніки, розворотів на краю поля та збирання урожаю ці ризики суттєво зростають.

До хімічних факторів належать токсичні речовини, що застосовуються під час передпосівної підготовки насіння, захисту рослин та внесення добрив. Протруйники, інсектициди, гербіциди, комплексні мінеральні добрива містять

активні компоненти, які можуть спричиняти гострі отруєння, подразнення шкіри, хронічні захворювання дихальних шляхів. Найбільша небезпека виникає під час приготування робочих розчинів, заправлення обприскувачів та роботи з порошкоподібними формами добрив.

Природні фактори включають високу температуру повітря у період виконання більшості польових робіт (травень–липень), різкі коливання температури навесні й восени, сильний вітер, дощ, підвищений рівень пилу під час збирання врожаю. Висока інсоляція може спричинити тепловий або сонячний удар, особливо у механізаторів, які працюють у кабінах без кондиціонування.

Пилові фактори є актуальними під час збирання гірчиці, оскільки її рослинні рештки дуже сухі, легко подрібнюються і створюють значну кількість аерозольного пилу. Він може спричиняти алергічні реакції, подразнення очей, розвиток респіраторних захворювань.

Психофізіологічні фактори пов’язані з монотонністю роботи механізаторів, необхідністю постійної концентрації уваги під час роботи з хімічними препаратами та складною технікою, тривалою статичною позою у кабіні, роботою у ранкові та вечірні години.

Для систематизації основних чинників наведено узагальнену таблицю.

Таблиця 7.

Основні шкідливі та небезпечні фактори при вирощуванні гірчиці сизої

Група факторів	**Джерело виникнення**	**Можливі наслідки**	**Заходи захисту**
Механічні	Трактори, комбайни, агрегати	Травми, переломи, ампутації	Захисні кожухи, інструктаж, техогляд
Хімічні	Протруйники, добрива, ЗЗР	Отруєння, дерматити, інтоксикація	Респіратори, спецодяг, медогляд
Пилові	Збирання, транспортування	Хвороби дихальної системи	Респіратори, вентиляція
Природні	Спека, холод, вітер	Тепловий удар, переохолодження	Раціональний режим праці
Пожежні	Комбайни, сухі посіви	Пожежі, вибухи, знищення урожаю	Вогнегасники, мінералізовані смуги

Окреме місце займають пожежні небезпеки. Посіви гірчиці сизої у період дозрівання є одними з найбільш горючих серед олійних культур. Наявність ефірних олій та повністю висушених стебел значно підсилює ризик займання, а поширення вогню відбувається надзвичайно швидко. Іскра з вихлопної системи, перегрітий вузол комбайна або необережне поводження з вогнем можуть спричинити масштабну пожежу.

5.2. Організаційні, санітарно-гігієнічні та технічні заходи щодо поліпшення умов праці

Удосконалення умов праці в рослинництві передбачає застосування комплексу організаційних, санітарно-гігієнічних, технічних та технологічних заходів, спрямованих на мінімізацію ризиків травматизму, отруєнь, перегрівання, пожеж і аварійних ситуацій. Робота здійснюється відповідно до вимог НПАОП, ДСанПіН та внутрішніх нормативних документів господарства.

Організаційні заходи

До роботи допускаються особи, які:

– пройшли медичний огляд,

– пройшли вступний та первинний інструктажі,

– навчені правилам безпеки та ведення польових робіт,

– мають відповідне посвідчення тракториста-машиніста (для механізаторів).

У господарстві здійснюється: вступний інструктаж; первинний інструктаж на робочому місці; повторний інструктаж (не рідше ніж один раз на 3 місяці); позаплановий інструктаж (при аваріях, впровадженні нової техніки); цільовий інструктаж (перед сезонними роботами).

Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту є обов’язковим елементом охорони праці. Видаються: комбінезони, гумові рукавиці, окуляри, фартухи, фільтрувальні респіратори, протигази, гумові

чоботи. Працівники зобов’язані використовувати ЗІЗ під час роботи з хімічними препаратами, добривами та пиловими матеріалами.

Організовуються місця для відпочинку у затінених ділянках, позначаються небезпечні зони, забезпечується доступ до питної води, аптечок, засобів зв’язку. Створюються умови для зберігання спецодягу, миття рук та приймання їжі.

Санітарно-гігієнічні заходи

Вони спрямовані на профілактику шкідливого впливу пилу, газів та хімічних речовин. Передбачають:

– регулярне провітрювання приміщень;

– очищення повітря на протруювальних і насіннєвих пунктах;

– наявність води та мийних засобів;

– проведення дезінфекції приміщень;

– обов’язковість регулярних медичних оглядів.

Працівникам, які працюють з хімічними препаратами, забороняється зберігати та вживати їжу на робочому місці. Після виконання таких робіт вони повинні пройти санітарну обробку.

Технічні та технологічні заходи

Вони спрямовані на забезпечення технічної справності машин та механізмів. Здійснюється: регулярний технічний огляд тракторів, комбайнів, обприскувачів; перевірка гідравлічної системи, рульового керування, гальм, паливної системи; контроль герметичності робочих вузлів; заборона роботи зі знятими кожухами чи несправною технікою; очищення робочих органів від рослинних решток.

Особливу увагу приділяють сучасним обприскувачам із системами захисту оператора: закритою системою подачі препарату, фільтрами, системами зниження дрейфу робочого розчину.

Працівникам забороняється перебувати під піднятим навісним обладнанням, очищати робочі органи агрегатів під час роботи двигуна, виконувати регулювання без зупинки техніки.

5.3. Заходи пожежної безпеки при вирощуванні гірчиці сизої

Гірчиця сиза у фазі достигання є однією з найбільш пожежонебезпечних культур. Її сухі стебла та наявність летких ефірних олій роблять посіви надзвичайно легкозаймистими, а швидкість поширення полум’я є дуже високою. Для запобігання пожежам у господарстві застосовують комплекс профілактичних заходів.

Перед початком збирання проводять обкошування периметра поля та створюють навколо нього мінералізовані смуги шириною 4–6 м. Це створює природний бар’єр, який запобігає поширенню вогню.

Вся техніка (трактори, комбайни, автомобілі) повинна бути обладнана не менше ніж двома справними порошковими вогнегасниками та первинними засобами пожежогасіння. Забороняється експлуатація машин з витоками пального чи мастила, несправними електричними проводами або перегрітими вузлами.

На полі обов’язково повинен знаходитися черговий трактор із плугом, що може за необхідності створити протипожежний розрив і локалізувати полум’я. Куріння дозволяється лише у спеціально відведених місцях. Категорично забороняється розпалювання вогнищ, зварювальні роботи, підпалювання стерні.

Механізатори проходять інструктаж щодо правил поведінки у випадку пожежі. При виникненні займання працівники повинні негайно зупинити техніку, відійти на безпечну відстань, повідомити керівника робіт та ДСНС і приступити до локалізації вогню згідно з планом реагування.

РОЗДІЛ 6.

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Вирощування пшениці, як і іншої сільськогосподарської культури, пов'язане із певними змінами в екологічному середовищі (в ґрунті і надземній сфері). Ці сумісні зміни над- і підземних частин біосфери і створюють відповідну структуру агробіоценозу, від якісного стану якого і залежить родючість ґрунту та фітосанітарний стан навколишнього середовища. Тобто визначаються основні умови існування інших, крім гречка, представників біоти.

Родючість ґрунту визначається трьома її властивостями: фізичними, хімічними і біологічними. Успіхи традиційного рослинництва основані в головному на зміні хімічних властивостей шляхом внесення азотних, фосфорних і калійних добрив, які покращують мінеральне живлення рослин. В той же час недооцінюються біологічні властивості ґрунту, які визначають його потенціальну родючість і у великій мірі залежать від алелопатичного впливу рослинної асоціації.

Біологічні властивості ґрунту формуються в результаті життєдіяльності різних видів бактерій, грибів, водоростей і безхребетних тварин. Чисельність бактерій, актиноміцетів і грибів в 1 г ґрунту може досягати 50 і більше млн., їх загальна біомаса – до 10 т/га сухої речовини. Середня швидкість їх розмноження становить біля 10 генерацій в рік, тому бактеріальна маса постійно трансформується. Протягом вегетаційного періоду рослин частина бактерій гине при цьому органічні речовини, які входять до складу їх тіл, стають: або компонентами ґрунту, або, після ряду біохімічних перетворень використовуються рослинами, або включаються в новий цикл мікробіологічного процесу.

Проте судити про влив мікроорганізмів на родючість ґрунту за чисельністю і загальній біомасі є недостатнім, так як необхідно враховувати активну поверхню мікробної біоти, яка є свого роду сіткою ґрунтових

біологічних мембран, на яких проходить колосальна кількість біохімічних перетворень і взаємодій.

Ґрунтові мікроорганізми представляють собою єдине природне джерело поповнення запасів азоту в ґрунті. Загальновідомі дані про здатність бульбочкових бактерій в симбіозі з бобовими рослинами фіксувати азот з повітря в кількості 50-150 кг/га. В даний час доказана здатність, біологічного зв'язування азоту більшістю ґрунтових бактерій, а асоціативна азотофіксація під посівами сої за вегетаційний період може становити біля 25-30 кг/га.

Невід'ємним компонентом ґрунту є гриби вони представляють групу сапрофітних організмів, живляться на рослинних і тваринних субстратах. Довжина міцелію грибів вимірюється сотнями метрів на 1 г ґрунту, завдяки чому ґрунтові частки можуть об'єднуватися в агрегати, які покращують її структуру. Ґрунтові гриби, поселяючись на поверхні коренів рослин, здатні утворювати мікоризи. Подібний симбіоз також відіграє суттєву роль в забезпеченні рослин елементами живлення. Позитивна роль сої відносно цієї групи організмів полягає в тому, що вона створює ризосферу здатну руйнувати фосфорити і збагачувати ґрунт обмінним фосфором.

Позитивно впливає гречка на ґрунтові водорості, для яких характерна фотосинтетична здатність. В дерново-підзолистих ґрунтах їх є більше 100 видів. Загальна біомаса водоростей за кращих умов в агрофітоценозах може досягати 300 кг/га і більше. Ґрунтові водорості здатні збагачуючи ґрунт органічними речовинами (продуктами фотосинтезу) і фіксувати молекулярний азот. Наприклад, ціанобактерії, які позитивно реагують на кореневі виділення сої, накопичують його в ґрунті до 25...30 кг/га.

В ґрунті є велика кількість найпростіших мілких багатоклітинних мікроартропод і безхребетних, які, завдяки інтенсивному розмноженню, швидко обновлюються і тим самим включають в біологічну круговерть велику кількість органічних сполук. Після перетравлення корму ґрунтові організми виділяють багато екскрементів (до 2500 кг/га и більше), які створюють сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів. Велика ж рухомість

безхребетних сприяє розповсюдженню мікроорганізмів шляхом переносу їх на поверхні своїх тіл, а роблячи в ґрунті чисельні ходи і норки, безхребетні покращують його повітрообмін і водопроникність. Загальна біологічна маса цих організмів може коливатися від 200—1000 до 3500 кг/га. На території агробіостанції МДУ біомаса джгутиконосців під кукурудзою становить 50 кг/га, амеб — 600 кг, а інфузорій — більше 200 кг/га.

Всі типи живих організмів, які населяють ґрунт, існують не самі по собі, а знаходяться у певних взаємовідношеннях. Основою цього служать трофічні зв'язки, а також виділення в процесі їх життєдіяльності певних речовин, пригнічуючих або, навпаки, стимулюючих розвиток окремих членів біотичного спільноти. Наприклад, дощові черви найбільшого розвитку можуть досягати в ґрунтах, в яких є багато найпростіших, якими живляться безхребетні. В той же час за рахунок дощових черв'яків збільшується кількість всіх груп ґрунтових мікроорганізмів. Простіші стимулюють ріст бактерій і в том числі азотобактера.

Сумісна взаємна потреба існування різних форм біоти і визначає певний характер відносин між ґрунтовими організмами різних рівнів організації і вищими рослинами. Завдяки діяльності мікрофауни і флори проходить руйнування продуктів життєдіяльності рослин. Бактерії, водорості, гриби і найпростіші виділяють в ґрунт біологічно активні сполуки (гетероауксин і його аналоги, антибіотики, вітаміни, амінокислоти) і тим самим позитивно впливають на ріст і розвиток рослин. Рослини, в свою чергу, впливають на склад і чисельність мікроорганізмів, збагачуючи ґрунт різними органічними речовинами. За рахунок тільки коренестеблевих решток ріпак збагачує ґрунт органікою до 10 т/га.

На важливість біологічних властивостей ґрунту для землеробства звертав увагу ще С. П. Костичев, який не виключав можливість «з часом замінити вплив мінеральних добрив повністю або частково, по крайній мірі на декількох сільськогосподарських культурах, створенням відповідного мікробного режиму ґрунтів».

Відповідно в кожному агрофітоценозі культурна рослина має в певній мірі специфічну асоціацію бур’янів, які в значній мірі визначають екологічну ситуацію посіву.

Широколисті та злакові бур'яни заважають росту та знижують врожаї культурних рослин в залежності від ступеня забур'янення. Як І всі дикі рослини, вони, як правило, мають перевагу над культурними рослинами завдяки своїй більшій живучості та здебільшого меншим вимогам до факторів росту

Бур'яни завдають шкоди рослинам ріпаку по різному. Яснотки, гірчиця польова, пирій - бур'яни з розгалуженою, міцною кореневою системою, затримують розвиток, через інтенсивний винос поживних речовин. Лобода, спориш, гірчак, маючи переваги у рості, пригнічують рослини ріпаку через затінення. В наслідок нестачі світла рослини одержують менше енергії, яка необхідна для утворення органічних речовин. На завчасно затінені рослини додатковий негативний вплив справляє зниження температури ґрунту під масою бур’янів на кілька ^{o}C.

врожаю значною перешкодою стають здерев’янілі рослини лободи, щириці, череди, дикого проса. Наявність в посівах цих рослин призводять до втрати робочого часу, значного недобору врожаю зерна і погіршенню його якості.

Лобода біла, редька дика, гірчиця польова, талабан польовий, грицики звичайні, зірочник середній гірчаків є рослинами з якими безпосередньо пов’язане розповсюдження нематод.

Позитивна роль культурних рослин полягає в тому, що вони своєю дією пом’якшують негативний влив бур'янів, шкідників і хвороб.

ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень в 2024-2025 рр. з вивчення впливу добрив на продуктивність гірчиці сизої можна зробити наступні висновки:

1. Максимальна врожайність зеленої маси гірчиці сизої (у середньому вона становила 5,72 кг/м^2) була зафіксована в фазу цвітіння з тенденцією її збільшення з підвищенням норми мінеральних добрив $N_{90}P_{60}$ K_{60} до 6,78 кг/м^2.

2. Урожайність сухої речовини зростала впродовж усього вегетаційного періоду і максимальних значень досягла в фазу молочно-воскової стиглості насіння. Врожайність сухої речовини в цю фазу із збільшенням норми мінеральних добрив від 0 до $N_{90}P_{60}K_{60}$ зросла від 1260 до 1863 г/м^2 з середнім значенням 1554 г/м^2;

3. Загальна площа листкової поверхні зростала протягом вегетаційного періоду до фази цвітіння, коли цей показник досяг максимальних значень і становив у середньому 39 тис. м^2/га (від 26,9 тис. м^2/га на неудобреному варіанті до 48,3 тис. м^2/га з внесенням норми $N_{90}P_{60}K_{60}$).

4. Фотосинтетичний показник максимального значення досяг в період «цвітіння – утворення стручків». Середній показник на ділянках склав 52,8 тис. м^2/га/добу. Мінімальним він був без внесення добрив (31,4 тис. м^2/га/добу) При внесенні добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ і $N_{90}P_{60}K_{60}$ фотосинтетичний потенціал посіву становив 70,0 і 71,4 тис. м^2/га/добу, що перевищило контроль на 123 та 127% відповідно.

5. Найбільша висота рослин відмічена в фазу молочно-воскової стиглості насіння. Без застосування мінеральних добрив вона становила 128,5 см; внесення лише азотних добрив збільшило цей показник на 7,6 см; поєднання їх з фосфорними і калійними – на 10,4-11,1 см. Максимальної висоти рослини гірчиці досягають при $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 140,6 см.

6. Кількість насінин в 10 стручках по варіантах варіювала від 133,9 до 158 штук насінин. Маса насіння з однієї рослини найменшою була на

контролі – 1,66 г, найбільшою на варіанті з максимальним удобренням $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 4,13 г, що більше контролю на 149%.

7. Середня урожайність за роки досліджень склала на контролі – 12,4 ц/га, при внесенні 60 кг/га азоту – 13,7 ц/га. При внесенні добрив на рівні $N_{60}P_{60}$ урожайність гірчиці сизої була 15,2 ц/га. У варіантів $N_{60}P_{60}K_{60}$ і $N_{90}P_{60}K_{60}$ урожайність була майже однаковою і становила 16,5 та 16,4 ц/га.

8. Найвищий умовно чистий прибуток – 33,8 тис.грн/га отримано на варіанті з внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$. Вартість продукції за цього варіанта становила 66 тис. грн., загальні витрати – 32,2 тис. грн., та собівартість 1т насіння 19,5 тис. грн., рівень рентабельності 105%

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Сільськогосподарським товаровиробникам всіх форм власності для отримання урожайності насіння гірчиці сизої (сарептської) в на рівні 1,5 т/га за рентабельності виробництва понад 105% пропонуємо вносити мінеральні добрива в нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Butenko S., Melnyk A., Melnyk T., Jia P., Kolosok V. Influence of Growth Regulators with Anti–Stress Activity on Productivity Parameters of Sinapis alba L. // Journal of Ecological Engineering. 2022. Vol. 23, No. 9. P. 128–135.
2. Zangani E., Kashani A., Fathi G.H., Mesgarbashi M. Effect and efficiency of nitrogen levels on quantitative and qualitative yield and yield components of two cultivars of rapeseed in Ahvaz region // Iranian Journal of Agricultural Sciences. 2006. Vol. 37. P. 39–45.
3. Абрамик М.І., Гурінович С.Й., Зозуля О.Л., Шевчук Я.І. Гірчиця. Івано-Франківськ: Симфонія-Форте, 2011. 32 с.
4. Агрохімічний аналіз. Практикум : навч. посібник / Городній М.М., Копілевич В.А., Сердюк А.Г., Каленський В.П.; за ред. М.М. Городнього. К.: Вища школа, 1995. 319 с.
5. Архипенко Ф.М., Войтовик М.В., Оксимець О.Л., Любчич О.Г. Гірчиця як олійна та кормова культура // Зб. наук. праць Інституту землеробства УААН. К.: Нора-прінт, 2000. Вип. 1. С. 48–51.
6. Барбарич А.І., Дубовик О.М., Стрелко Д.В. Жироолійні рослини України. Довідник. К.: Наукова думка, 1973. 132 с.
7. Бегей С.В., Шувар І.А. Екологічне землеробство: Підручник. Львів: Новий Світ – 2007, 2007. 429 с.
8. Блищик С.П. Вплив прийомів вирощування на урожайність гірчиці сарептської // Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів «Наукові проблеми виробництва зерна в Україні та сучасні методи їх вирішення». Дніпропетровськ, 2000. С. 110.
9. Власюк П.А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений. К.: Наукова думка, 1969. 516 с.
10. Вовченко Ю.В. Особливості росту й розвитку видів гірчиці залежно від погодних умов періоду вегетації // Вісник Харківського національного аграрного університету. 2009. № 4. С. 65–73.

11. Гордєєва О.Ф., Онищенко Д.І. Оптимізація удобрення гірчиці сарептської ярої // Матеріали II науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні проблеми вирощування та переробки продукції рослинництва». Полтавська державна аграрна академія, 2014. С. 62–65.
12. Григорів Я.Я., Сендецький В.М. Рекомендації з вирощування гірчиці сизої озимої в умовах Прикарпаття. Івано-Франківськ: ПП «Сімик», 2018. 29 с.
13. Гряник В.М. Охорона праці. К.: Урожай, 1994. 332 с.
14. Губенко Л. Гірчичні реалії та перспективи // Пропозиція. 2019. № 1. URL: https://propozitsiya.com/ua/girchychni-realiyi-ta-perspektyvy
15. Дипломні роботи з агротехнологій ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр». Написання. Оформлення. Захист. Методичні поради для студентів спеціальності «Агрономія» / за ред. М.І. Бахмата, І.М. Бендери, Л.В. Пую. Кам'янець-Подільський: ПДАТУ, 2008. 90 с.
16. Довідник по олійним культурам / Борисонік З.Б., Михайлов В.Г., Салатенко В.Н., Добрянська Л.Ф. та ін. К.: Урожай, 1988. 181 с.
17. Женченко К. Гірчиця сарептська має лідирувати в п'ятипільних зерно–просапних сівозмінах // Зерно і хліб. 2013. № 3. С. 53–54.
18. Жердецька С.В. Вплив строків сівби на врожайність гірчиці сизої в умовах північно-східного Лісостепу України // Вісник Сумського національного аграрного університету. 2016. № 9. С. 85–87.
19. Жердецька С.В., Мельник А.В., Шабір Г., Алі Ш. Урожайність гірчиці залежно від погодно-кліматичних умов північно-східного Лісостепу України // Вісник Сумського національного аграрного університету. 2016. № 2. С. 127–130.
20. Жернова Н.П. Вплив способів сівби та норм висіву на продуктивність гірчиці сарептської сорту Світлана // Агроном. 2012. № 1. С. 211–213.
21. Жернова Н.П. Удосконалення прийомів технології вирощування гірчиці білої в умовах південного Степу України : автореф. дис. … канд. с.-г. наук, спец. 06.01.09 «Рослинництво». Херсон, 2011. 16 с.

22. Жуйков О.Г. Агробіологічне обґрунтування комплексу технологічних прийомів вирощування видів гірчиці в умовах південного степу України : автореф. дис. … д-ра с.-г. наук, спец. 06.01.09. Херсон, 2015. 40 с.
23. Жуйков О.Г. Продуктивність та якість насіння гірчиці сарептської в залежності від рівнів зволоження та норм мінеральних добрив // Таврійський науковий вісник. Херсон: Айлант, 2000. Вип. 16. С. 114–116.
24. Жуйков О.Г. Спосіб сівби та норма висіву насіння як фактори впливу на врожайність і якість насіння гірчиці сарептської // Зрошуване землеробство. Херсон: Грінь Д.С., 2007. Вип. 47. С. 92–97.
25. Жуйков О.Г. Технологічне забезпечення та екологічне обґрунтування вирощування гірчиці сарептської в умовах зрошення півдня України // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв, 2003. Вип. 3 (23), т. 1. С. 81–91.
26. Жуйков О.Г. Урожайність пожнивних і кореневих решток гірчиці сарептської залежно від рівня вологозабезпеченості і норми мінеральних добрив // Таврійський науковий вісник. Херсон: Айлант, 2004. Вип. 32. С. 66–68.
27. Жуйков О.О., Жуйкова К.О. Технолого-екологічні аспекти оптимізації кількісних і якісних показників гірчичної жирної та ефірної (алілової) олії // Таврійський науковий вісник. Херсон: Айлант, 2004. Вип. 30. С. 52–57.
28. Жуков Г. Олійні рослини. Харків: Радянський селянин, 1928. 116 с.
29. Злобін Ю.А. Основи екології. К.: Лібра, 1998. 248 с.
30. Каричковська Г.І. Особливості удобрення азотом ріпаку ярого на чорноземі опідзоленому Лісостепу України : автореф. дис. … канд. с.-г. наук, спец. 06.01.04 «Агрохімія». Харків, 2004. 25 с.
31. Кернасюк Ю. Експортний тренд – нішеві культури // Агробізнес сьогодні. 2015. № 4. С. 23–25.
32. Кліщенко С. Гірчиця та технології її вирощування // Agroexpert. 2009. № 1(6). С. 14–16.

33. 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.

34. Козіна Т.В. Ріст та розвиток рослин і продуктивність гірчиці білої залежно від строків сівби і норм висіву в умовах Лісостепу Західного // Міжнародна наук.-практ. інтернет-конференція «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте». Дніпропетровськ, 2012. С. 12–13.

35. Кудзин Ю.К., Дудченко Л.М. Умови живлення та продуктивність рослин кукурудзи при систематичному внесенні добрив // Вісник с.-г. науки. 1965. № 2. С. 34.

36. Лотоненко І.В., Литвинюк Р.С. Сівозміни: навч. посібник. Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. Харків, 2006. 262 с.

37. Ляпін Г. Нова «професія» гірчиці // Хлібороб України. 1988. № 6. С. 22.

38. Льон олійний, гірчиця. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури) / Шевченко І.А. та ін. Інститут олійних культур НААН. Запоріжжя: Статус, 2017. 44 с.

39. Марчук Г.У., Макаренко В.М., Розстальний В.Є., Савчук А.В. Добрива та їх використання. К.: Урожай, 2002. 245 с.

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

41. Мельник А.В., Жердецька С.В. Вплив доз мінеральних добрив на врожайність гірчиці ярої сизої в умовах північно-східного Лісостепу України // Науковий вісник НУБіП України. Київ, 2017. № 269. С. 177–185.

42. Нікітчин Д.І., Гуцаленко А.Н., Закарлюка Н.П. Інтенсивна технологія вирощування ріпаку ярого, гірчиці і суріпиці в Україні // Збірник наукових праць. Запоріжжя, 1997. Вип. ІІ. С. 214–217.

43. Оксимець О.Л. Вплив добрив та строків сівби на вміст олії в насінні гірчиці білої // Матеріали наук.-практ. конференції молодих вчених і спеціалістів

«Новітні технології виробництва конкурентоспроможної продукції рослинництва». Чабани: Інститут землеробства УААН, 2005. С. 69–70.

44. Оксимець О.Л. Продуктивність гірчиці білої залежно від технологічних прийомів вирощування в Лісостепу : автореф. дис. … канд. с.-г. наук, спец. 06.01.09 «Рослинництво». Київ, 2007. 18 с.

45. Поливаний С.В., Голунова Л.А. Анатомічні особливості будови листкового апарату рослин гірчиці білої за дії стимуляторів росту // Біологія та екологія. 2020. Т. 6, № 1–2. С. 48–50.

46. Поляков О., Журавель В. Перспективи вирощування гірчиці // Пропозиція. 2009. № 2. С. 54–56.

47. Посухостійка пропозиція для сівозмін Півдня [Електрон. ресурс]. Режим доступу: http://referatcentral.org.ua/organization_of_production_load.php?id=797

48. Рекомендації з вирощування ріпаку ярого та гірчиці білої (науково-методичне видання) / Сайко В.Ф., Камінський В.Ф., Вишнівський П.С. та ін. К.: Колобіг, 2005. 36 с.

49. Рослинництво / Каленська С.М., Шевчук О.Я., Дмитришак М.Я., Козяр О.М., Демидась Г.І.; за ред. О.Я. Шевчука. К.: НАУ, 2005. 502 с.

50. Саблук П.Т., Мазоренко Д.І., Мазнєв Г.Є. Технологічні карти і витрати на вирощування сільськогосподарських культур. Харків: ХНТУСГ, 2004. 307 с.

51. Сайко В.Ф., Камінський В.Ф., Вишнівський П.С. Рекомендації з вирощування ріпаку ярого та гірчиці білої. К.: Колобіг, 2005. 34 с.

52. Сілецький В.П. Вплив мінеральних добрив на урожайність капустяних культур в умовах зрошення // Таврійський науковий вісник. Херсон, 2001. С. 25–28.

53. Технології вирощування гірчиці в Україні [Електрон. ресурс]. Режим доступу: http://agro.webfermer.org.ua/roslynnyctvo/vyroshhuvannia-girchyci.php

54. Технологія вирощування білої гірчиці [Електрон. ресурс]. Режим доступу: http://plug.at.ua/publ/tekhnologija_viroshhuvannja_girchici/1-1-0-10

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

56. Томашова О.Л., Томашов С.В. Урожайність гірчиці білої залежно від строків сівби та удобрення // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур. Запоріжжя, 2007. № 12. 244 с. (дубль, ти зможеш сам вирішити, який варіант залишити)

57. Філіп'єв І.Д., Міхєєв Є.К. Як програмувати врожай. К.: Урожай, 1990. 96 с.

58. Цвей Я.П., Касянчук Ф.П. Використання поживної гірчиці при вирощуванні цукрових буряків // Цукрові буряки. 2004. № 3. С. 14–15.

59. Чехов А.В., Жернова Н.П. Вплив строків посіву та норм висіву насіння на урожайність гірчиці білої сорту Талісман // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН. Запоріжжя, 2004. Вип. 9. С. 206–211.

60. Чехов А.В., Журавель В.М. Перспективи вирощування гірчиці озимої // Посібник українського хлібороба. 2009. № 2. С. 53.

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

62. Шувар І.А., Бойко І.Є., Лис Н.М., Верещинський Р.А. Гірчиця біла та ефективне її використання в біологізації землеробства. Львів: Львівський національний аграрний університет, 2009. 50 с.

63. Щербаков В., Мішин С., Бакума А. Поговоримо про гірчицю // Пропозиція. 2001. № 2. С. 38.

64. Кернасюк Ю. Льон олійний, гірчиця. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури) / Інститут олійних культур НААН. Запоріжжя: Статус, 2017. 44 с.

65. Singh H., Meena R.S., Meena V.S. Role of sulphur in improving growth and yield of Indian mustard (Brassica juncea L.) // The Pharma Innovation Journal. 2023. Vol. 12, No. 6. C. 3432–3438.

66. Chittora N., Meena R.S., et al. Effect of levels of sulphur and varieties on growth and yield of Indian mustard (Brassica juncea L.) in Vertisols // International Journal of Pure & Applied Bioscience. 2021. Vol. 9, No. 6. C. 17–22.

67. Singh D., Singh R., Meena R. Integrated nutrient management in Indian mustard (Brassica juncea L.) // Indian Journal of Ecology. 2020. Vol. 47, No. 4. P. 901–905.

68. Singh R., Yadav B.D., et al. Effect of sulphur and boron on yield, quality and uptake of nutrients by mustard (Brassica juncea L.) // Annals of Plant and Soil Research. 2020. Vol. 22, No. 2. P. 123–127

69. Dhaliwal S.S., Sharma V., Shukla A.K. et al. Biofortification of oil quality, yield, and nutrient uptake in Indian mustard (Brassica juncea L.) by foliar application of boron and nitrogen // Frontiers in Plant Science. 2022. Vol. 13. Article 976391

ДОДАТКИ

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Опыт 2024
Единица измерения данных
Вариантов 5 ,Повторностей 3

Исходные данные

Вариант	Среднее	Повторности		
1	12.10	12.90	12.50	10.90
2	13.83	14.20	13.90	13.40
3	14.57	15.10	14.60	14.00
4	15.00	14.60	15.30	15.10
5	15.03	15.40	15.50	14.20

Средняя по опыту - 14.11

Таблица дисперсий

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F
Общая	22.39	14		
Повторений	2.60	2		
Вариантов	17.91	4	4.48	19.03
Остатка	1.88	8	0.24	

Ошибка средней = 0.28 Ошибка разности средних = 0.40
НСР = 0.91 или 6.49%
Сила влияния фактора = 0.80
Точность опыта = 1.99% Вариация данных = 8.96%

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Опыт 2025
Единица измерения данных
Вариантов 5 ,Повторностей 3

Исходные данные

Вариант	Среднее	Повторности		
1	12.73	14.00	11.80	12.40
2	13.63	14.70	13.70	12.50
3	15.77	14.80	16.50	16.00
4	18.03	19.30	18.00	16.80
5	17.70	18.80	17.40	16.90

Средняя по опыту - 15.57

Таблица дисперсий

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F
Общая	78.93	14		
Повторений	4.97	2		
Вариантов	67.32	4	16.83	20.27
Остатка	6.64	8	0.83	

Ошибка средней = 0.53 Ошибка разности средних = 0.74
НСР = 1.72 или 11.03%
Сила влияния фактора = 0.85
Точность опыта = 3.38% Вариация данных = 15.25%

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Опыт 2024-2025
Единица измерения данных
Вариантов 5 ,Повторностей 3

Исходные данные

Вариант	Среднее	Повторности		
1	10.37	12.10	6.30	12.70
2	12.38	13.85	9.70	13.60
3	13.90	14.60	11.30	15.80
4	14.83	15.00	11.50	18.00
5	15.53	15.00	13.90	17.70

Средняя по опыту - 13.40

Таблица дисперсий

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F
Общая	126.76	14		
Повторений	66.75	2		
Вариантов	51.27	4	12.82	11.73
Остатка	8.75	8	1.09	

Ошибка средней = 0.60 Ошибка разности средних = 0.85
НСР = 1.97 или 14.71%
Сила влияния фактора = 0.40
Точность опыта = 4.50% Вариация данных = 22.45%