МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра рослинництва

Допущено до захисту

«____» _____ 2024 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 21 м-а
спеціальності 201 Агрономія
КОВТУН Дмитро Борисович

Керівник: КРАВЧЕНКО Віталій, к. с.- г. н., доцент
КЛИМОВИЧ Наталія, викладач

Умань – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП 4
РОЗДІЛ 1. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОРИВ НА ПОСІВАХ ГІРЧИЦІ 7
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ 13
2.1. Видовий та сортовий асортимент гірчиці ……..….. 13
2.2. Загальна характеристика гірчиці білої сорту Біла принцеса 16
РОЗДІЛ 3. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ 18
3.1. Коротка характеристика ґрунтових особливостей зони досліджень 18
3.2. Погодні умови ……..... 18
3.3. Схема польового досліду 21
3.4. Агротехніка проведення гірчиці 21
3.5. Методика проведення досліджень 22
РОЗДІЛ 4 РІСТ ТА РОЗВИТОК ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ 26
4.1. Тривалість періоду вегетації гірчиці білої залежно від норм мінеральних добрив 26
4.2. Морфологічні параметри рослин гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив ……..……..... 28
4.3. Вплив удобрення нанакопичення зеленої маси та сухої речовини гірчиці білої .....……..……..……..... 30
4.4. Фотосинтетична активність рослин гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив …….....…… 33
4.5. Урожайність гірчиці білої залежно від норм мінеральних добрив . 37
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ….. 39

ВИСНОВКИ ……..... 48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 49
ДОДАТКИ 57

ВСТУП

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

Гірчиця широко відома як сидеральна культура, оскільки вона має унікальну властивість засвоювати важкодоступні форми поживних речовин із ґрунту та переводити їх у легкозасвоювані форми. Також ґірчиця як сидерат приваблює аграріїв завдяки великій вегетативній масі, невибагливості рослини і фітосанітарним якостям, серед яких є кореневі виділення, які, як і пожнивні залишки, помітно впливають на зменшення нагромадження в ґрунті багатьох поширених захворювань (фітофтороз, ризоктоніоз, парша бульб, фузаріозні гнилі) [1-3].

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

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

Актуальність теми. Виявлення оптимальних норм внесення добрив для отримання високих та економічно вигідних врожаїв гірчиці білої в умовах південної частини Правобережного Лісостепу є важливим і актуальним питанням.

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

Наукова новизна одержаних результатів. Визначено вплив норм мінеральних добрив на формування продуктивності гірчиці білої. Обґрунтовано економічну та енергетичну ефективність вирощування гірчиці білої за оптимізованою технологією.

Практичне значення одержаних результатів. Виробництву рекомендовано оптимізовану до умов правобережної частини Лісостепу України технологію вирощування гірчиці білої, яка забезпечує врожай насіння на рівні 1,91−2,32 т/га.

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

Апробація результатів. Основні результати та положення роботио оприлюднено на щорічних наукових конференціях Уманського державного аграрного університету, засіданнях та гуртку кафедри рослинництва.

РОЗДІЛ 1
ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОРИВ НА ПОСІВАХ ГІРЧИЦІ

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

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

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

Про позитивну реакцію гірчиці білої на внесення мінеральних добрив, як повного внесення, так і парних комбінацій, у своїх наукових публікаціях зазначила низка авторів [4-7].

Споживання поживних речовин з ґрунту, накопичення їх у рослинах і винесення з урожаєм знаходяться в прямому зв’язку з продуктивністю посівів, яка багато в чому визначається забезпеченістю польових культур елементами мінерального живлення [8].

За визначенням багатьохт вчентх, добриво може містити елементи живлення для рослин, які підсилюють їх мобілізацію в ґрунті, підвищують енергію життєвих процесів у них і змінюють властивості самого ґрунту. Для отримання високого урожаю належної якості необхідно, щоб усі чинники зростання рослин були представлені в певних гармонійних поєднаннях, що найбільше відповідають потребам рослин у відповідні періоди їх зростання і розвитку [9].

Оскільки добрива впливають на урожай рослин через ґрунтові процеси, то необхідно постійно піклуватися про підвищення родючості ґрунтів [10, 11].

Швидкість надходження поживних речовин, як зазначає С. Артеменко [12], залежить від інтенсивності фотосинтезу і, зокрема, від утворення в рослинах вуглеводів та інших органічних сполук. Винос поживних речовин на одиницю врожаю не є постійною величиною і коливається залежно від ґрунтово-кліматичних умов, попередників, агротехніки, добрив і сорту. На 1 ц насіння гірчиця біла, за даними Жернова Н.П. [13], виносить 5,7 кг азоту, 2,0 кг фосфору, 2,3 кг калію. Сєвєров В. І., Калашникова К. Г. у своїх дослідженнях визначили ці показники на рівні – 5,5–6,0 кг азоту, 2,5– 3,0 кг фосфору, 2,5 кг калію.

В умовах теплої, помірно вологої погоди рослини найінтенсивніше споживають поживні елементи у фази бутонізації і цвітіння. У прохолодну і дощову погоду ці процеси відходять на пізніший період – зеленої стиглості [14].

Азот є одним із основних елементів живлення рослин. Він входить до складу білків, хлорофілу, нуклеїнових кислот, ферментів та інших органічних сполук, які мають виняткове значення для обміну речовин [15, 16].

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

Загальна потреба в азоті в середньому становить 60 кг д.р./га, за фазами росту вона неоднакова. Гірчиця унаслідок короткого періоду вегетації і швидкого початкового зростання вимагає посиленого живлення азотом [17, 18]. Дослідженнями багатьох вчених установлено, що азот використовується рослинами гірчиці інтенсивно впродовж усього вегетаційного періоду і лише

під час наливу насіння його надходить дещо менше. Найбільша кількість азоту концентрується в листках [19, 20].

Надлишок азоту в молодому віці призводить до накопичення його у вигляді проміжних продуктів азотистого обміну, шкідливих для рослини [21]. При надлишку азоту може спостерігатися вилягання. У гірчиці білої навіть при сильному азотному удобренні вилягання рослин не спостерігалося. Надлишок азоту призводить до уповільнення достигання насіння [22, 23].

Гостра нестача азоту при вилученні його з комплексу добрив призводить до недостатнього розвитку листкової поверхні, скорочення терміну і продуктивної роботи асиміляційного апарату [24].

Для отримання високих урожаїв насіння необхідний фосфор. Він входить до складу багатьох органічних сполук, серед яких перше місце займають нуклеїнові кислоти, які беруть участь перевано в акумуляції і передачі енергії. Олійні культури фосфорні добрива використовують ефективніше, ніж злакові рослини. Фосфор необхідний для створення потужної кореневої системи, збільшення насіннєвої продуктивності і прискорення дозрівання насіння, крім того, цей елемент підвищує їх силу зростання [25].

Фосфор на початкових етапах росту засвоюється рослинами поволі, найбільш інтенсивне накопичення його у вегетативній масі відбувається в період від початку цвітіння і до достигання. У разі нестачі фосфору в ґрунті на ранніх стадіях розвитку формуються рослини низькорослі з темно-зеленим забарвленням листя. Поступово краї і кінчики листя стають рожево-пурпуровими, а при сильному фосфорному голодуванні листя набуває яскраво-червоного кольору, спостерігається їх передчасне старіння і відмирання, у рослин слабо розвивається коренева система (26-30].

За результатами досліджень, проведених на Донській дослідній станції, встановлено велику ефективність гранульованого суперфосфату (Р-15 кг/га):

за внесення його у рядки при посіві врожайність насіння гірчиці підвищувалася на 2,4 ц/га [31].

Важливу роль в житті рослин відіграє калій. Він підсилює утворення вуглеводів у зеленому листі та їх відтік в органи запасу, покращує білковий обмін, підвищує якість урожаю, робить рослини стійкішими до холоду, різних захворювань і вилягання. Загалом нормальне калійне живлення підсилює життєву активність рослин, регулює процеси фотосинтезу, рух вуглеводів і води в рослинах [32-35].

Максимум поглинання калію рослинами гірчиці білої відносять до періоду бутонізації і цвітіння [36]. За калійного голодування старе листя зморщується, набуває на кінчиках і краях жовтого забарвлення, яке поширюється до середини листа. Потім спостерігається плямистість, або хлороз, старого листя і відмирання їх тканин. Головки квітів в'януть, а при сильній нестачі елемента живлення можлива загибель всієї рослини [37]. При калійному голодуванні в тканинах рослин відбувається значне накопичення азоту [38].

Для отримання високих і стійких урожаїв насіння гірчиці білої, окрім внесення достатньої кількості кожного елемента мінерального живлення, велике значення має оптимальне співвідношення між ними. За результатами досліджень, які проводилися на дослідному полі сільськогосподарської академії ім. Тимірязєва, були отримані результати, які показали, що без застосування добрив сформований урожай був на рівні 12,5 ц/га, при внесенні гною – 17,0 ц/га, при внесенні РК – 16,0 ц/га, при внесенні гною і РК – 18,4 ц/га насіння гірчиці білої [39].

Мінеральні добрива вносяться під основний обробіток ґрунту. За внесення повного мінерального добрива в дослідах на Мінській сільськогосподарській станції, проведених Прохоровим А.І. і Соковічем Н.Д., отримали прибавку врожаю насіння гірчиці білої на рівні 60%. Хотчинський Н.Н. [40] зазначив, що внесення азоту і фосфору на дерново-підзолистих

ґрунтах дає позитивний ефект. При цьому оптимальною є доза внесення 60 кг д. в. кожного компонента.

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

Дослідження тако виявили, що внесення мінеральних добрив позитивно впливало на накопичення сухої речовини та формування асиміляційного апарату рослинами гірчиці білої. Так, у середньому найбільші прирости сухої речовини (0,22 г/рослину) забезпечили варіанти з внесенням $N_{60}P_{45}K_{45}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Аналогічна закономірність наростання сухої речовини та формування листкового апарату залежно від системи удобрення була у фазах бутонізації та цвітіння гірчиці білої. Максимальні показники листкової поверхні незалежно від системи удобрення відмічено у фазі цвітіння культури, де вони становили 612,4–663,9 $см^2$ /рослину. Отже, ці дослідження показали, що основним фактором оптимізації умов життєдіяльності рослин гірчиці білої в агроценозах для одержання максимальної продуктивності є внесення мінеральних добрив, які стимулюють наростання листкової поверхні, що зумовлює інтенсивне нагромадження сухої речовини. Найвищий рівень урожайності (1,16 т/га) в умовах північного Лісостепу України забезпечило внесення мінеральних добрив дозою $N_{60}P_{60}K_{60}$ [41].

Дослідження сорту Еталон на сірих лісових ґрунтах (2012–2013 рр.), проведені у дослідному господарсті «Чабани» ННЦ «Інститут землеробства УААН», підтвердили позитивну реакцію рослин гірчиці білої на комплексне застосування мінерального добрива. Позитивна реакція спостерігалася на

різних етапах онтогенезу, зокрема розетка, бутонізація, цвітіння. Оптимальним в умовах північного Лісостепу України є внесення мінеральних добрив дозою $N_{60}P_{60}K_{90}$ у поєднанні з препаратом Флороне.

На чорноземах та каштанових ґрунтах за умови значних запасів застосовувати калійні добрива не рекомендується. Певний вплив на врожайність гірчиці білої має строк внесення азотних та фосфорних добрив. Так, за результатами досліджень, проведених на дослідних полях Інститут сільського господарства Криму у 2006–2010 рр., установлено, що для сорту Талісман на чорноземі південному малогумусному оптимальною нормою внесення мінерального добрива є $P_{60}N_{60}$ з осені, що забезпечує прибавку врожаю 2,03 т/га [42].

Установлено, що під їх дією, незалежно від строків сівби, показники структури врожаю зростають. Так, визначальною для формування продуктивності гірчиці є кількість бічних гілочок, кількість стручків на рослині та маса 1 000 шт. насінин. За умов нестійкого зволоження зони центрального Лісостепу України строки сівби та рівень мінерального живлення суттєво впливали на продуктивність гірчиці білої сорту Талісман. Оптимальною нормою було встановлено $N_{45}P_{45}K_{45}$ [43, 44].

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

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

При нестачі бору в ґрунті (вміст нижче 2,5 мг/кг) молоді листки рослини стають блискучими, згортаються назовні, а старі – жорсткими та набувають жовто-оранжево-червоного забарвлення по краях, стебло потовщується, цвітіння затримується, знижується кількість насіння в стручку. Дефіцит бору можна усунути внесенням борного суперфосфату або обприскуванням посіву розчином борної кислоти в фазу бутонізації до цвітіння [45].

Органічне добриво застосовують на всіх ґрунтах, особливо з низьким рівнем родючості. Вносять їх під попередник із розрахунку 30–40 т/га, 53 оскільки пряме внесення гною під гірчицю підвищує забур’яненість посівів та уповільнює достигання культури. Норми мінеральних та органічних добрив в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах змінюються і потребують детального вивчення, враховуючи сортові особливості культури [46–50].

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Видовий та сортовий асортимент гірчиці

Гірчиця (Sinapis L.) – однорічна трав'яниста рослина родини хрестоцвітних (Cruciferae), яка налічує 227 родів та близько 3 000 видів [51]. Назва рослини походить від хрестоподібного розміщення чотирьох квіткових пелюсток та п'яти пелюсток вінця. Родина Cruciferae – одна з найбільш поширених груп рослин на земній кулі, до складу якої входять переважно рослини, у яких листя має рівні або зубчасті краї. Переважна більшість насіння цієї родини відрізняється невеликою кількістю білка та досить багатим вмістом олії [52].

Одним із найбільш різноманітних за видовим складом родів родини Cruciferae є рід Brassica (Tourn.), який охоплює близько 50 видів. Синська Є. Н. [53] відомі культивовані види цієї родини класифікувала за використанням на олійні, коренеплоди та листові. Гірчиця була віднесена до групи олійних.

У культурі відомо декілька видів гірчиці: г. чорна (Brassica nigra (L.) Koch), г. сарептська (Brassica juneea (L.) Czern.); г. біла (Sinapis alba L.); г. абіссінська (Brassica carinata (A.) Braun). У сільськогосподарському виробництві різних країн та регіонів вирощують гірчицю сарептську, гірчицю білу та гірчицю чорну. Sinapis alba вирощується на ґрунтах лісостепової та поліської природних зон; Brassica nigra зустрічається в країнах Західної Європи та Північної Африки.

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

Основним місцезростанням гірчиці білої у басейні Середземномор'я є Корсика, Сицилія, Алжир, Сардинія та Греція. Крім того, як бур'яниста рослина вона зустрічається в Японії, Західній Африці, у Північній та

Південній Америці. У країнах Західної Європи культура найбільшої популярності набула у Німеччині, Франції, Англії, Греції та Туреччині.

Вивчаючи світову колекцію, гірчицю білу ділять на три різновиди [54], а саме: Sinapis alba subsp. dissecta (Lag.) Simonk (поширена в Марокко, Криму, на Криті, Італії, включаючи Сицилію, Корсику, схід Іспанії); Sinapis alba var. dissecta (Lag.) B. Bock. Sinapis alba subsp. mairei (H. Lindb.) Maire (зустрічається у Північній Африці, на Кіпрі, Ізраїлі, Лівані, Сирії, Греції, Італії, Франції, на сході Португалії, Іспанії) та Sinapis alba subsp. alba L. – підвид, який натуралізувався повсюди. Поширення Sinapis alba в країнах світу.

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

Гірчична олія була рекомендована для розтирання при судомах рук і ніг. Уже тоді були добре відомі і гірчичники, які за необхідності готували в кожній сім'ї. Культивувати як сільськогосподарську культуру гірчицю почали на початку 18 сторіччя у південно-східних регіонах Росії, які прилягали до Волгоградської області. Вільне економічне суспільство проводило посіви гірчиці білої неподалік від Царицино, але значного поширення вона не набула [55].

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

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

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

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

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

Екологічні умови «гірчичного поясу» України (здебільшого південь країни з жорстким гідротермічним коефіцієнтом) за схожістю можуть бути поставлені поряд лише з Поволжям і Західним Сибіром Російської Федерації, а також Північним Казахстаном, тому на вітчизняному аграрному ринку гіпотетичну конкуренцію вітчизняним сортам можуть складати лише сортозразки російської селекції.

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

Еколого-географічні особливості розміщення основних посівних площ

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

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

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

2.2 Загальна характеристика гірчиці білої сорту Біла принцеса

Біла принцеса. Оригінатор сорту: ННЦ «ІЗ НААН України». Сорт створений методом гібридизації з подальшим індивідуально-сімейним добором.

Призначення сорту: отримання продовольчої олії і шроту для виробництва гірчичного порошку. Висота рослини 125–145 см. Стебло округле, товщиною 7–8 мм, на якому розміщено 6–7 гілок першого порядку. Тривалість вегетаційного періоду 95–100 днів. Плід – стручок довжиною 2–3,5 см, у якому розміщується 3–4 насінини округлої форми світло-жовтого кольору. Маса 1 000 шт. насінин – 4,8 г. Стійкий до вилягання і до осипання насіння. Середньостійкий до шкідників і хвороб. Врожайність насіння становить близько 3,2 т/га. Вміст ерукової кислоти в олії – до 15,6 мкмоль/г.

Вміст олії в насінні – 40%. Сорт переданий до державного сортовипробовування в 2016 році [58].

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Коротка характеристика ґрунтових особливостей зони досліджень

Ґрунтовий покрив області є одним з найкращих в Україні, але за певними показниками він дещо поступаються ґрунтам інших областей. Порівняно менший вміст елементів живлення гумусу і підвищена кислотність компенсуються більш сприятливими кліматичними умовами, особливо в період вегетації сільськогосподарських культур.

В ґрунтовому покриві області переважають чорноземи типові та чорноземи сильно реградовані, які займають 54%. Темно-сірі опідзолені та реградовані ґрунти та чорноземи опідзолені та слабо реградовані займають 30%, а світло-сірі і сірі опідзолені ґрунти – 7,3%.

За механічним складом ґрунтовий покрив області практично в рівній мірі розподілений на легкосуглинкові, середньосуглинкові та важкосуглинкові ґрунти.

Рівень родючості ґрунтів оцінюється, перш за все, за вмістом органічної речовини. Чим більше гумусу в ґрунті, тим він багатший на основні елементи живлення, адже в ньому сконцентровано 91-97% азоту, 60% фосфору , 80% сірки та значна кількість інших макро - і мікроелементів.

Результати аналізу гранулометричного складу профілю свідчать про слабку його диференціацію за елювіально-ілювіальним типом [59].

3.2 Погодні умови

Клімат Черкащини – помірно континентальний. Зима починається з середини листопада. Погода в цей період мінлива, морози змінюються

потеплінням, сніг – дощем. З середини грудня встановлюється сніговий покрив, який до лютого має висоту 20–35 см. Середня температура найхолоднішого місяця (січня) мінус 7–8 °С. Зима нестійка: холодні періоди до 20 °С морозу можуть змінитися короткостроковою відлигою. При цьому температура повітря може підвищитися до +4, +5° тепла, а сніг на полях може зникнути зовсім.

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

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

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

Період вегетації року досліджень характеризувався недостатньою кількістю опадів та підвищеною температурою за всіма місяцями (табл. 1).

Так, у квітні та травні кількість опадів становила 57,7 мм та 22,4 мм, що у квітні перевищувало норму на 16,7 мм, а вже в травні кількість опадів була в дефіциті на 29,6 мм, проти середньо багаторічної норми.

Температура повітря також була нищою від норми на 1,1^{o}С та 0,9^{o}С і відповідно становила 8,6 та 14,5 ^{o}С. У літній період також спостерігали недостатню кількість опадів за всіма місяцями.

У червні випало лише 36,3 мм, проти норми 81 мм, що відповідно було менше на 44,7 мм. Липень також був дуже посушливим. В середньому за місяць випало лише 28,1 мм опадів, за норми 68 мм,

недастача становила 39,9 мм.

Температура повітря в червні перевищували середній багаторічний показник на 1,5°С і становила 20,5 °С, при нормі 19,0 °С. Липень місяць мав температурний режим в межах норми, в якому показник становив 21,0 °С, при нормі 20,9 °С.

Таблиця 1

Погодні умови за період вегетації гірчиці

Разом за с/г рік	Квітень	Травень	Червень	Липень
Сума опадів по місячно, мм				
2024	57,7	22,4	36,3	28,1
Середні дані за рік	41	52	81	68
Температура, ^{0}С				
2024	8,6	14,5	20,5	21,0
Середні дані за рік	9,7	15,4	19,0	20,9
Відносна вологість, %				
2024	68	64	66	67
Середні дані за рік	68	59	64	63

Відносна вологість також відрізнялась у період вегетації культури. Так, у квітні місяці показник її був на рівні норми – 68%. У травні відносна вологість у рік досліджень перевищувала середньо-багаторічний показник на 5% і становила 64%, проти норми – 59%.

В червні різниця становила лише 2%, 66% при нормі 64%, а серпні різниця була в 4%: 67%, при нормі 63%.

Отже, з характеристики погодніх умов періоду вегетації гірчиці, можна зробити висновок, що даний рік, був не самим сприятливим для росту та формування врожаю гірчиці, але навіть за таких умов, при правильній агротехніці, ми змогли виростити гарний врожай з високими показниками якості насіння.

3.3 Схема польового досліду

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

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

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

Досліди закладали за наступною схемою:

1. Без добрив – (контроль)
2. $N_{30}P_{30}K_{30}$
3. $N_{60}P_{60}K_{60}$
4. $N_{90}P_{90}K_{90}$

Загальна площа експерементальної ділянки в досліді становила 108 м². Розміри її були 10,8* 10 м. Всі обліки проводили з ділянки площею 50 м². Повторність досліду була триразова, з послідовним розміщенням ділянок. Сівбу гірчиці проводили суцільним методом, з шириною міжрядь 15 см, на початку другої декади квітня з нормою висіву 200 тис шт/га.

3.4. Агротехніка вирощування гірчиці

Після збирання попередника проводили лущення стерні у два сліди. Мінеральні добрива згідно схеми досліду вносили врозкид під основний обробіток ґрунту. Восени проводили оранку на глибину 22 см.

Навесні, коли наставала можливість зайти в поле, розпочинали боронування, після чого проводили культивацію на глибину 10-12 см і

перед самою сівбою, бажано безпосередньо в десь сівби, щоб не втрачати вологи, проводили передпосівну культивацію на 3-5 см. Сівбу розпочинали, коли ґрунт нагрівався у посівному шарі, до 10-12°С.

Догляд за посівами передбачав захист їх від шкідників та бур'янів. Обприскування від хрестоцвітих блішок та ріпакового квіткоїда проводили в період вегетації культури препаратом Нурел Д нормою 0,5 л/га, від злакових бур'янів – Галера Супер, РК нормою 0,2 л/га та страховим гербіцидом Бутізан 400 нормою 2,0 л/га.

3.5 Методика проведення досліджень

Польові досліди проводились згідно з Методикою польового досліду за Доспеховим [60]. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин гірчиці проводили відповідно до «Методики Державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [61]. Виміри проводили за настання фаз розвитку: розетка, бутонізація, повне цвітіння, утворення стручків.

Визначення динаміки лінійного росту проводили на попередньо маркованих рослинах.

Нарощення сирої біомаси спостерігали шляхом зважування рослин з площі 0,25 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 та із загальної маси відбирали три зразки по 100 г, які висушували в сушильній шафі за температури 100–105°С з подальшим розрахунком за формулою:

$$X=(B1–B2)/(B1-B),$$

де Х – вміст абсолютно сухої речовини,

%; В – маса бюкса, г;

В1 – маса бюкса з наважкою до висушування, г;

В2 – маса бюкса з наважкою після висушування, г.

Визначення площі листків гірчиці проводили методом «висічок» [62], який базується на визначенні площі і маси 50 висічок, а також маси листкової поверхні всієї проби у лабораторних умовах на зрізаних рослинах і подальших розрахунків за формулою:

$$S = \frac{P*S_1*n}{P_1}$$

де S – загальна площа листків, $см^2$;

S_1 – площа однієї висічки, $см^2$;

P – загальна маса листків, г;

P_1 – маса висічок, г;

n – число висічок, шт.

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

$$Ф_ч = \frac{2*(B_2 - B_1)}{(L_1+L_2)*T}$$

$Ф_ч$ – чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), г/$м_2$ за добу;

В1 і В2 – вага сухої речовини з 1 $м^2$ посіву на початку і в кінці облікового періоду, г/$м^2$;

Л1 і Л2 – площа листкової поверхні за цей період, $м^2$;

Т – тривалість облікового періоду, діб.

Розрахунок фотосинтетичного потенціалу культури проводили за формулою [6]:

ФП = ((Л$_1$ + Л$_2$) х н$_1$ + (Л$_2$ + Л$_3$) х н$_2$ +... + (Л$_{н-1}$ – Л$_н$) х н$_н$) / 2, де

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

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

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

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

Лабораторну схожість, масу 1000 шт. насінин – згідно з ДСТУ 4138-2002 [63].

Облік урожаю проводили суцільно з кожної облікової ділянки. Елементи структури врожаю визначали за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур».

Вміст олії визначали за допомогою інфрачервоного аналізатора SupNir 2700 (Сапнір 270) – згідно з ДСТУ 4117:2007 «Зерно та продукти його 80 переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії».

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

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

Статистичний аналіз результатів досліджень проводили за допомогою

дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізу з використанням комп’ютерних програм Exell, Agrostat, Statistica-8.

Економічну оцінку досліджуваних факторів проводили за методикою визначення економічної ефективності в сільському господарстві за цінами, які склалися на вересень 2024 р. Визначали витрати на 1 га, собівартість 1 т насіння, чистий прибуток і рівень рентабельності [64].

РОЗДІЛ 4
РІСТ ТА РОЗВИТОК ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

4.1. Тривалість періоду вегетації гірчиці білої залежно від норм мінеральних добрив

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

Багато науковців стверджують, що технологічні прийоми можуть значно впливати на проходження фаз розвитку культур. Зокрема, у разі доброго забезпечення рослин мінеральним живленням та за умов гарного зволоження ґрунту період вегетації може подовжуватися до 7 діб. Інші дослідники вважають, що внесення мінеральних добрив може прискорювати період вегетації, що пояснюється кращими умовами росту завдяки забезпеченню азотом та іншими поживними речовинами [65].

Утім за посушливих умов та у міру загущення рослин прискорюється період дозрівання. Проте, на думку інших науковців, загущені посіви можуть також привести до подовження окремих фаз розвитку рослин, тим самим подовжуючи період вегетації [66].

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

Фаза розетки у гірчиці зазвичай чітко виражена в прохолодну весну і за достатнього зволоження ґрунту. Добре розвинена розетка є обов'язковою умовою для отримання гарного врожаю.

Тривалість цієї фази залежно від погодних умов року може коливатися від 16 до 25 діб. Тривалість фази цвітіння визначається температурою повітря і кількістю опадів у цей період. Тому фаза цвітіння у гірчиці може тривати до 39 діб, а в роки з високою температурою повітря і недостатньою кількістю опадів, може скорочуватися до 15–20 діб. Оскільки гірчиця збирається роздільним способом, то при визначенні фази дозрівання враховується не повна, а воскова стиглість. Тривалість цієї фази становить у середньому 20 днів із різким відхиленням від середньої величини в роки, різні за погодними умовами. Повна воскова стиглість відзначається при дозріванні 100% стручків у нижній частині центральної гілки.

За результатами фенологічних спостережень було виявлено, що на період вегетації гірчиці білої значно впливали прийоми технології вирощування культури (табл. 2).

Таблиця 2

Тривалість міжфазних періодів гірчиці білої залежно від норм мінеральних добрив, діб

Норма добрив	Тривалість міжфазних періодів, діб			Тривалість вегетації, діб
	сходи – розетка	початок цвітіння – кінець цвітіння	кінець цвітіння – повне дозрівання	
Контроль	21	21	29	90
$N_{30}P_{30}K_{30}$	21	22	30	92
$N_{60}P_{60}K_{60}$	21	22	29	94
$N_{90}P_{90}K_{90}$	21	24	29	96

Фенологічні спостереження та біометричні виміри показали, що сходи у всіх варіантах досліду з'являлися одночасно, що пояснюється високими посівними якостями насіння.

Застосування добрив збільшувало період вегетації в середньому у сорту Біла принцеса на 2–6 діб. Найменший період вегетації зафіксовано на контрольному варіанті, який відповідно становив 90 діб.

Застосування найменшої норми добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало період вегетації на 2 доби порівняно з контролем, який відповідно становив 92 доби.

Внесення добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ подовжило період вегетації культури на 4 дні у порівнянні з контролем, та на два дні у порівнянні з попереднім варіантом. На цій ділянці ми отримали рослини, з періодом вегетації 94 доби.

При внесенні максимальної норми, у дозі $N_{90}P_{90}K_{90}$ період вегетації гірчиці був найдовшим – 96 діб, що перевищувало контроль на 6 діб, а інші варіанти відповідно на 2 та 4 доби.

Варто відмітити, що зміни у періоді вегетації здебільшого відбувалися за рахунок фаз цвітіння та дозрівання. Так, за збільшення норм мінеральних добрив фази цвітіння та дозрівання подовжувалися на 1–3 доби.

4.2 Морфологічні параметри рослин гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив

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

умови, максимально наближені до оптимальних [55].

Внесення мінеральних добрив, зокрема азоту, підвищує висоту рослин, це підтверджують дослідження низки українських та закордонних науковців. Зокрема, застосування добрив, особливо азоту, впливає на висоту рослин, як наслідок, збільшуються зелена маса та вихід сухої речовини [56].

За результатами досліджень було встановлено, що у сорту Біла принцеса, на контрольному варіанті ми отримали рослини з висотою: у фазу розетки – 13,7 см; у фазу бутонізації – 58,5 см; у фазу цвітіння – 82,5 см; у фазу дозрівання – 101,1 см (табл. 3).

Таблиця 3

Динаміка висоти рослин гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінеральних добрив, см

Норма добрив	Фаза розвитку			
	розетка	бутонізація	цвітіння	дозрівання
Контроль	13,7	58,5	82,5	101,1
$N_{30}P_{30}K_{30}$	16,3	60,7	84,1	104,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$	17,2	60,9	86,9	107,3
$N_{90}P_{90}K_{90}$	16,8	63,5	90,1	110,7

Застосування добрив підвищувало висоту рослин гірчиці білої. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало висоту рослин у фазу розетки, у порівнянні з контролем на 2,6 см, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 3,5 см, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 3,1 см.

У фазу бутонізації на контрольному варіанті висота рослин становила 58,5 см, на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ висота збільшувалася до 60,7 см, що перевищувало контроль на 2,2 см, на варіантах з нормами добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 60,9 та 63,5 см відповідно, що більше контрольних рослин на 2,4 та 5,0 см.

У фазу цвітіння висота рослин на контрольному варіанті становила 82,5 см. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало висоту рослин до 84,1 см, що вище контролю на 1,6 см, а за норм добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ ми отримали рослини, з висотою 86,9 і 90,1 см, що на 4,4 та 7,6 см перевищувало контроль.

У фазу дозрівання висота рослин набувала максимального значення. На контрольному варіанті середня висота становила 101,1 см. Внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало висоту рослин до 104,7 та 107,3 см. Найвищі рослини були на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 110,7 см. Слід відмітити, що при збільшенні норми внесення різниця у висоті рослин також збільшувалась на 3,6 та 9,8 см.

4.3 Вплив удобрення нанакопичення зеленої маси та сухої речовини гірчиці білої

Окрім отримання високоякісної харчової олії, гірчиця широко відома як сидеральна та кормова культура, оскільки вона дає високі врожаї зеленої маси і добре поїдається тваринами. До того ж вона має унікальну властивість засвоювати важкодоступні форми поживних речовин із ґрунту та переводити їх у легкозасвоювані форми, що дозволяє її використовувати як сидерат [67].

Також гірчиця як сидерат приваблює аграріїв завдяки великій вегетативній масі, невибагливості рослини і фітосанітарним якостям. Накопичити достатню вегетативну масу можливо за умов поєднання обґрунтованих технологічних прийомів та насамперед правильно підібраного сорту [68].

Установлено, що в умовах правобережного Лісостепу України на накопичення зеленої маси рослин гірчиці білої значно впливали умови агротехніки. З досліджень видно, що застосування добрив позитивно впливало на накопичення вегетативної маси гірчиці білої (табл. 4).

Таблиця 4

Динаміка накопичення зеленої маси гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив, т/га

Норма добрив	Фаза розвитку			
	розетка	бутонізація	цвітіння	дозрівання
Контроль	4,20	9,56	20,04	19,04
$N_{30}P_{30}K_{30}$	5,04	11,45	24,05	22,87
$N_{60}P_{60}K_{60}$	5,46	12,47	26,06	24,73
$N_{90}P_{90}K_{90}$	5,88	13,29	28,06	26,66

Так, на контрольному варіанті середня зелена маса у фазу розетки становила 4,20 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало вегетативну масу до 5,04 т/га, що перевищувало контроль на 0,84 т/га, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$, ми отримали 5,46 т/га, що більше контролю на 1,26 т/га, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ нами отримано максимальний показник – 5,88 т/га, що на 1,68 т/га вище варіанту без добрив.

У фазу бутонізації на контрольному варіанті зелена маса рослин становила 9,56 т/га, на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ вона збільшувалася до 11,46 т/га, на варіантах із нормами добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 12,47 та 13,29 т/га відповідно.

У фазу цвітіння середня зелена маса рослин на контрольному варіанті становила 20,04 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало масу рослин на 4,01 т/га, до 24,05 т/га, за норм добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ – до 26,06 т/га, що більше контролю на 6,02 т/га. Максимального значення показник зеленої маси набував на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 28,06 т/га, що більше за контрольний варіант на 8,02 т/га.

У фазу дозрівання зелена маса рослин на контрольному варіанті становила 19,04 т/га, внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало її до 22,87 та 24,73 т/га, а на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$

до 26,66 т/га.

Виявлено, що від рівня накопичення зеленої маси змінювалися показники сухої речовини. Так, у фазу розетки середня маса сухої речовини становила 0,8 т/га, у фазу бутонізації – 2,4 т/га, у фазу цвітіння – 6,4 т/га, максимальні показники сухої маси було отримано у фазу дозрівання – 8,9 т/га (табл. 5).

Таблиця 5

Динаміка накопичення сухої речовини гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив, т/га

Норма добрив	Фаза розвитку			
	розетка	бутонізація	цвітіння	дозрівання
Контроль	0,63	1,86	5,01	7,04
$N_{30}P_{30}K_{30}$	0,82	2,43	6,52	9,15
$N_{60}P_{60}K_{60}$	0,87	2,57	6,92	9,72
$N_{90}P_{90}K_{90}$	0,88	2,59	7,02	9,86

З досліджень видно, що був відмічений вплив мінеральних добрив на накопичення сухої речовини.У фазу розетки вихід сухої речовини варіював від 0,63 до 0,88 т/га, у фазу бутонізації – від 1,86 до 2,59 см, у фазу цвітіння – від 5,01 до 7,02 т/га, у фазу дозрівання – від 7,04 до 9,86 т/га.

Так, у сорту Біла принцеса на контрольному варіанті середнє значення сухої речовини у фазу розетки становило 0,63 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало показник до 0,82 т/га, що на 0,19 т/га, перевищувало контроль. Збільшення норми до $N_{60}P_{60}K_{60}$ підвищило накопичення сухої маси до 0,87 т/га, що на 0,24 т/га вище, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 0,88 т/га, що на 0,25 т/га вище контролю.

У фазу бутонізації на контрольному варіанті суха маса рослин становила 1,86 т/га, на варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ вона

збільшувалася до 2,43 т/га, на варіантах із нормами добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 2,57 та 2,59 т/га відповідно.

У фазу цвітіння середній вихід сухої речовини на контрольному варіанті становив 5,01 т/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало показник до 6,52 т/га, що на 1,51 т/га перевищувало контроль. За норм добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 6,92 т/га, що на 1,91 т/га, на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 7,02 т/га, що на 2,01 т/га вище контролю.

У фазу дозрівання суха речовина рослин на контрольному варіанті становила 7,04 т/га, внесення добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало її до 9,15 та 9,72 т/га, а на варіанті з нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 9,86 т/га.

4.4 Фотосинтетична активність рослин гірчиці білої залежно від норм внесення мінеральних добрив

За результатами досліджень було установлено, що на площу листкової поверхні гірчиці білої значно впливали елементи технології вирощування, а також погодні умови, що склалися у період вирощування культури. Так, було встановлено, що у фазу розетки середні показники площі листкової поверхні становили 11,2 тис. м^2/га, у фазу бутонізації – 27,0 тис. м^2/га, максимальні значення були зафіксовані у фазу цвітіння і в середньому за сортом становили 41,3 тис. м^2/га.

Залежно від норм мінеральних добрив змінювалися показники площі листкової поверхні. На контрольному варіанті середня площа листкової поверхні у фазу розетки становила 7,9 тис. м^2/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало площу листкової поверхні до 10,2 тис. м^2/га, що вище контролю на 2,3 тис. м^2/га, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 12,6 тис. м^2/га, що на 4,7 тис. м^2/га перевищувало контроль та у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 14, 0 тис. м^2/га , що перевищувало варіант без добрив на 6,1 тис. м^2/га (табл. 6).

Таблиця 6

Динаміка площі листкової поверхні гірчиці білої залежно від норм мінерального живлення, тис. м^2/га

Норма добрив	Фаза розвитку		
	розетка	бутонізація	цвітіння
Контроль	7,9	19,3	30,2
$N_{30}P_{30}K_{30}$	10,2	24,9	37,1
$N_{60}P_{60}K_{60}$	12,6	30,3	46,3
$N_{90}P_{90}K_{90}$	14,0	33,6	51,4

У фазу бутонізації на контрольному варіанті площа листкової поверхні становила 19,3 тис. м^2/га. Застосування добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало площу листкової поверхні до 24,9 тис. м^2/га, що порівняно з контролем на 5,6 тис. м^2/га більше. Внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ збільшувало площу листків до 30,3 та 33,6 тис. м^2/га, що на 10,0 та 14,3 тис. м^2/га вище контролю.

У фазу цвітіння на контрольному варіанті площа листкової поверхні становила 30,2 тис. м^2/га, застосування добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало показник до 37,1 тис. м^2/га, у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 46,3 тис. м^2/га, а у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 51,4 тис. м^2/га.

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

виконання цього завдання є правильний добір сорту чи гібрида [54-56].

Залежно від рівня мінеральних добрив чиста продуктивність фотосинтезу зменшувалася, це пояснюється тим, що за дуже великої площі асимілюючої поверхні посіву можливе зниження загальної інтенсивності фотосинтезу. Це також підтверджується дослідженнями інших науковців.

Так, у міжфазний період розетка–бутонізація чиста продуктивність фотосинтезу на контрольному варіанті становила 6,46 г/м /добу. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ зменшувало цей показник до 6,02 г/м^2/добу, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 4,66 г/м^2/добу, а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 4,72 г/м^2/добу (табл. 7).

Таблиця 7

Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу гірчиці білої залежно від сорту, норм висіву та мінерального живлення, г/м2 /добу

Норма добрив	Міжфазний період	
	розетка– бутонізація	бутонізація– цвітіння
Контроль	6,46	8,48
$N_{30}P_{30}K_{30}$	6,02	8,11
$N_{60}P_{60}K_{60}$	4,66	6,67
$N_{90}P_{90}K_{90}$	4,54	6,47

У міжфазний період бутонізація–цвітіння показник збільшувався і на контрольному варіанті становив 8,48 г/м^2/добу. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ зменшувало чисту продуктивність фотосинтезу до 8,11 та 6,67 г/м^2/добу, у порівнянні до контролю на 0,37 та 1,81 г/м^2/добу, а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 6,47 г/м^2/добу та на 1,87 г/м^2/добу з контолем.

Для оцінки продуктивності та врожайності посівів необхідно мати відомості, що характеризують можливу сумарну роботу площі листя

рослин упродовж усього вегетаційного періоду. Одним із важливих показників вважають фотосинтетичний потенціал, що є сумою щоденних показників площі листя на гектар посіву і характеризує фотосинтетичну потужність посівів за весь вегетаційний період або за окремий проміжок часу. При внесенні добрив чи за збільшенні норми висіву фотосинтетичний потенціал збільшувався (табл. 8).

Таблиця 8

Динаміка фотосинтетичного потенціалу гірчиці білої залежно від норм мінерального живлення, тис. м^2 діб/га

Норма добрив	Міжфазний період	
	розетка– бутонізація	бутонізація– цвітіння
Контроль	190,40	371,25
$N_{30}P_{30}K_{30}$	245,70	465,00
$N_{60}P_{60}K_{60}$	343,20	612,80
$N_{90}P_{90}K_{90}$	380,80	680,00

Залежно від норм мінеральних добрив змінювалися показники фотосинтетичного потенціалу. Так, у міжфазний період розетка–бутонізація фотосинтетичний потенціал на контрольному варіанті становив 190,4 тис. м^2 діб/га.

Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало цей показник до 245,7 тис. м^2 діб/га, за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 343,2 тис. м^2 діб/га, а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 380,8 тис. м^2 діб/га.

У міжфазний період бутонізація–цвітіння показник на контрольному варіанті становив 371,25 тис. м^2 діб/га. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало фотосинтетичний потенціал до 465,0 та до 612,8 тис. м^2 діб/га, а за норми $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 680,0 тис. м^2 діб/га.

Отже, внесення добрив збільшувало фотосинтетичний потенціал. Показник набував максимального значення на варіантах із нормою добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ у міжфазний період бутонізація–цвітіння, який відповідно становив – 680,0 тис. м^2 діб/га.

4.5 Урожайність гірчиці білої залежно від норм мінеральних добрив

Звичайна врожайність гірчиці (білої або серептської) в Україні – близько 1,0–1,5 т/га (у фермерів може сягати – 1,7–2,0 т/га). Але за обґрунтованого підходу цілком можливо щороку вирощувати урожай гірчиці на зрошенні або в зонах достатнього зволоження на рівні 2,5–3,0 т/га. Світовий рекорд урожайності гірчиці було отримано у 2017 році, він становив 5,7 т/га. Такий урожай був отриманий за вирощування ГМО гірчиці в Індії, за технологією SMI, в Umariya District, Madhya Pradesh. У цьому ж регіоні в результаті таких випробувань деякі сорти ГМО гірчиці давали 3,0–4,0 т/га за середнього вмісту олії в насінні 42% (за врожайності звичайних сортів ГМО гірчиці в 2,6 т/га) [68].

Результати досліджень показали, що культура гірчиця формувала досить високий і стабільний врожай насіння (табл. 9).

Таблиця 9

Вплив удобрення на врожайність гірчиці білої, т/га

Норма добрив	Показники врожаю	Приріст врожаю	
		т/га	%
Контроль	1,74	–	–
$N_{30}P_{30}K_{30}$	2,06	0,32	18
$N_{60}P_{60}K_{60}$	2,40	0,66	37
$N_{90}P_{90}K_{90}$	2,47	0,73	42
$НІР_{0,05}$	0,14		

Дослідження показали, що в залежності від норми внесення добрив врожайність насіння коливалась в межах – від 2,06 до 2,47 т/га. Так, на контрольному варіанті було отримано мінімальну врожайність гірчиці на рівні 1,74 т/га. При внесенні мінімальної дози добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ нами отримано врожайність на рівні – 2,06 т/га, що перевищувало контроль на 0,32 т/га або на 18%. Збільшення норми внесення добрив до $N_{60}P_{60}K_{60}$ сприяло росту врожайності до 2,40 т/га, що перевищувало контроль на 0,66 т/га, або на 37%. Максимальний врожай насіння ми отримали при внесенні добрив у дозі $N_{90}P_{90}K_{90}$, який відповідно становив 2,47 т/га, що на 0,73 т/га перевищувало контроль, або на 42%.

Отже, для умов Правобережного Лісостепу найкращі умови для росту та розвитку гірчиці білої, а також формування максимального врожаю насіння на рівні 2,40-2,47 т/га, створюються за сівби гірчиці білої з внесенням добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Одним із основних складників матеріального виробництва є виготовлення сільськогосподарської продукції.

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

Економічна ефективність – це отримання максимальної кількості продукції з одиниці площі при найменших затратах коштів та праці на вироблену одиницю продукції [69].

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

Вартісні та натуральні показники, що свідчать про перевагу удосконалених елементів технології вирощування, використовують для визначення економічної ефективності [70, 71].

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

Для аналізу ефективності вирощування варто звернути увагу на всі показники рентабельності, передусім значення маси прибутку. Адже якщо використовувати тільки показник рівня рентабельності, можна зробити висновки про економічну ефективність і, як наслідок, неправильно визначити

ступінь вигідності виробництва продукції на господарстві. Це зумовлено тим, що однаковий рівень рентабельності можливо досягнути за різної маси прибутку з гектара посіву.

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

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

За результатами проведених обрахунків економічної ефективності вирощування гірчиці білої залежно від норм мінерального живлення встановлено, що це є економічно вигідно на всіх варіантах дослідів (табл. 10).

Таблиця 10

Вплив удобрення на економічну ефективність гірчиці білої

Показники	Варіанти досліду			
	Контроль	$N_{30}P_{30}K_{30}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{90}P_{90}K_{90}$
Урожайність з 1 га, т	1,74	2,06	2,40	2,47
Матеріально-грошові затрати, грн/га	8003,6	12184,6	14605,7	19005,9
Собівартість 1 т продукції, грн	4599,8,4	5914,9	6085,0	7694,7
Ціна реалізації 1 т, грн	15000			
Вартість валової продукції в цінах реалізації, грн	26100	30900	36000	37050
Умовно чистий прибуток 1 га, грн	18096,4	18715,4	21394,3	18044,1
Рівень рентабельності, %	226	154	146	95

Так, показник рентабельності вирощування гірчиці білої коливався в межах 96–226%, а маса прибутку – 18044,1–21394,3 грн/га залежно від досліджуваних факторів.

Показники економічної ефективності при вирощуванні гірчиці білої сорту Біла принцеса змінювались залежно від норми мінерального живлення.

Загалом досить низькі показники рентабельності були зафіксовані для норми внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$. Це залежало від збільшення витрат на мінеральне живлення, внаслідок чого зросла собівартість 1 т продукції.

Так, мінімальна рентабельність для сорту Біла принцеса становила 95% та була зафіксована за норми внесення мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$. Також відповідно до розрахунків максимальний показник рентабельності був установлений для варіанта без внесення мінеральних добрив – 226%.

Отже, одержані результати свідчать не лише про рентабельність вирощування гірчиці білої сорту Біла принцеса, а й про прибутковість. Максимальне значення прибутку (21394,3 грн/га) отримав варіант за норми внесення мінерального живлення $N_{60}P_{60}K_{60}$.

ВИСНОВКИ

У роботі наведено теоретичне обґрунтування і вирішення питань підвищення продуктивності гірчиці білої в умовах правобережного Лісостепу України на основі встановлення особливостей росту, розвитку рослин, проходження продукційного процесу, визначення економічної ефективності виробництва залежно від норм мінеральних добрив. Одержані результати дозволяють сформулювати такі висновки:

1. Період вегетації у сорту Біла принцеса становив на варіанті без добрив 90 діб. Застосування добрив сприяло збільшенню періоду вегетації на 2-4 доби.

2. Найвищого значення висота рослин набувала у фазу дозрівання на варіанті з нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ і становила у сорту Біла принцеса – 107,3-110,7 см.

3. Підвищення рівня мінерального живлення обумовлювало збільшення показників площі листкової поверхні, зеленої та сухої маси рослин з одиниці площі. Максимальні показники площі листкової поверхні у рослин гірчиці білої фіксували за норми добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ у фазу цвітіння – 46,3-51,4 тис. м^2/га; зеленої маси рослин у сорту Біла принцеса складали – 26,06-28,06 т/га.

4. Максимальні показники урожайності формувалися на варіантах із нормою добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 2,40 і 2,47 т/га відповідно. Сівба гірчиці без добрив, або з внесенням лише $N_{30}P_{30}K_{30}$ призводила до зниження врожаю.

5. Аналіз показників економічної ефективності виявив, що найвищий показник рівня рентабельності – 226%, зафіксовано на неудобреному варіанті. Слід зазначити, що найбільші прибутки було отримано у сорту Біла принцеса, на рівні – 21394,3 грн/га за норми внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$, що перевищувало варіант без добрив на 3297,9 грн/га, а інші варіанти на 2678,9–3350,2 грн/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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

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

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

4. Алі Шахід. Вплив норм мінеральних добрив на ріст та розвиток рослин гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2018. № 101. С. 136–140.

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

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

7. Melnik A. V., Zherdetskaya S. V., Shahid Ali, Gulyam Shabir. Agro biological features of growing the brown mustard under the conditions of left-bank forest-stepp of Ukraine. AgroFor International Jornal. Vol. 4. Issue No. 1. 2019. P. 93–121.

8. Стан та перспективи вирощування олійних культур в Лівобережному Лісостепу України за умов зміни клімату. Перспективи та стратегія

адаптивного і ресурсозберігаючого вирощування олійних культур в умовах зміни клімату: збірник тез міжнародної наукової інтернет-конференції, 30 жовтня 2015 р. /Мельник А. В., Романько Ю. О., Жердецька С. В., Алі Ш., Макарчук А. В., Акуаку Дж. Запоріжжя, 2015. С. 107–108.

9. Мельник А. В., Жердецька С. В., Алі Ш. Вплив регуляторів росту на морфологічні параметри гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу 10 України. Природне агровиробництво в Україні: Проблеми становлення, перспективи розвитку : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 22–23 жовтня 2015. Дніпропетровськ : РВВ ДДАЕУ, 2015. 393 с.

10. Характеристика олійно-жирового комплексу України. URL: http://www.geograf.com.ua/ (дата звернення: 9.09.2020).

11. Збір урожаю сільськогосподарських культур, плодів, ягід та винограду в регіонах України за 2009–2012 роки. Статистичний бюлетень. К. : Державна служба статистики України. 2009–2011.

12. Артеменко С. Соя як один із попередників під озиму пшеницю. Пропозиція. 2013. № 8. С. 66–69.

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

14. Соя (Glycine max (L.) Merr.) : монографія / В. В. Кириченко та ін.; за ред. В. В. Кириченка. Харків : НААН України, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. 2016. 400 с.

15. Гайдаш В. Д., Климчик М. М., Макар М. М. Ріпак. Івано-Франківськ : Сіверсія ЛТД, 1998. 224 с.

16. Моїсеєва М. Олія для біодизеля. Пропозиція. 2006. № 4. С. 26–30.

17. Моісеєва М. Світовий ринок олійних. Пропозиція : Головний журнал з питань агробізнесу. URL : https://propozitsiya.com/ua/svitoviy-rinok-oliynih (дата звернення: 18.10.2020).

18. Офіційний сайт асоціації «Укроліяпром» URL : http:// www.ukroilprom.org.ua (дата звернення:15.11.2020).

19. Україна входить у ТОП-3 країн виробників гірчиці світу. URL :

https://propozitsiya.com/ua/ukrayina-vhodyt-u-top-3-krayin-vyrobnykiv-girchyci svitu (дата звернення: 11.10.2020).

20. Волошин П. Українська олійна продукція відповідає міжнародним стандартам Національний промисловий портал. URL : http://uprom.info/news/agro/ukrayinska-oliyna-produktsiya-vidpovidaye mizhnarodnim-standartam/ (дата звернення:27.10.2020).

21. Могилянська Н. О. Сучасний стан і перспективи переробки олійних культур. Зернові продукти і комбікорм. 2014. №1 (53). С. 22–25.

22. Buchholz H., Robbelen G., Schliephake D., Zoebelein H. Natiirliche Ole und Fette. Teil II. In. Nachwachsende Rohstoffe Holz und Stroh- Natiirliche Ole und Fette- Alkohole fur Kraftstoffe (Hrsg.: D. Schliephake). Verlag J. Kordt. Bochum. 1986. 61 s.

23. Tremazi S. A stady of factors influensing the oil content of the seeds of Toria (Brassica campestris L.), 195. № 2. 142 s.

24. Архипенко Ф. М. Слюсар С. М., Оксимець О. Л. Гірчиця біла – культура широкого діапазону використання. Агроном. 2006. № 3. С. 20–22.

25. Бомба М. Універсальна культура «біла гірчиця». Тваринництво України. 1993. № 3. 21 с

26. Жуйков О. Г. Комплексна агробіологічна оцінка сучасного сортового складу гірчиці білої в умовах сухого степу зрошуване землеробство : збірник наукових праць. Листопад 2012 р. Вип. 58. С. 94–99.

27. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. IPCC Working Group I Contribution to AR5. Approved Summary for Policymakers. URL: http://www.climate2013.org/spm (дата звернення:18.09.2020).

28. Балабух В. О., О. М. Лавриненко, Л. В. Малицька. Особливості термічного режиму 2013 року в Україні. Український гідрометеорологічний журнал: Науковий журнал. Одеса: Вид-во ПП «ТЕС», 2014. № 14. С. 30– 46.

29. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / С. М. Степаненко та ін.; за ред. С. М. Степаненко, А. М. Польового. Одеса : Екологія, 2011. 696 с.

30. Божко Л. Ю. Клімат і продуктивність овочевих культур в Україні : монографія. Одеса : Екологія, 2010. 368 с.

31. Огляди погоди та стихійних метеорологічних явищ на території України, УкрГМЦ, 1971–2010 р.

32. Балабух В. О., С. В. Зібцев. Вплив зміни клімату на кількість та площу лісових пожеж у північно-чорноморському регіоні України. Український гідрометеорологічний журнал: Науковий журнал. Одеса : Вид-во ПП «ТЕС», 2016. № 18. – С.60–71.

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

34. Женченко К. Гірчиця сарептська має лідирувати в п’ятипільних зерно просапних сівозмінах. Зерно і хліб. 2013. № 3. С. 53–54.

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

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

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

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

39. Блищик С. П. Вплив прийомів вирощування на урожайність гірчиці

сарептської. Наукові проблеми виробництва зерна в Україні та сучасні методи їх вирішення : всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів. Дніпропетровськ, 2000. С. 110.

40. Шувар І. А., Бойко І. Є., Лис Н. М.,. Верещинський Р. А. Гірчиця біла та її ефективне використання в біологізації землеробства. Львів : ЛНАУ, 2009. 69 с.

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

42. Sudirman Almi, Noor Jannah. (2019) Effect of Types and Doses of Compost Fertilizer on Growth and Yield of Sawi Plants (Brassica juncea L.). Journal AGRIFOR volume 18 issue 1 on page 145. URL: https://doi.org/10.31293/af.v18i1.4121 (дата звернення: 8.10.2020).

43. Томашов О. Л., Томашов С. В. Урожайність гірчиці білої залежно від строків сівби та удобрення. Науково-техн. бюл. Ін-ту олійних культур УААН. Запоріжжя, 2007. Вип. 12. С. 240–244.

44. Абрамик М. І., Гузінович С. Й, Зозуля О. Л., Шевчук Я. І. Гірчиця. Івано-Франківськ : Симфонія-форте, 2011. 32 с. 63.

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

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

47. Козіна Т. М. Ріст та розвиток рослин і продуктивність гірчиці білої залежно від строків сівби і норми висіву в умовах Лісостепу Західного : зб. наук. пр. Білоцерківського НАУ : агробіологія. Біла Церква, 2012. Вип. 7(91). 111. Рекомендації з вирощування гірчиці в умовах Прикарпаття : посібник українського хлібороба / І. М. Кифорук. та ін., 2011.

48. Козіна Т. В. Ріст та розвиток рослин і продуктивність гірчиці білої залежно від строків сівби і норм висіву в умовах Лісостепу Західного. Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте : международн. научн.-практ. интернет-конф. Днепропетровск, 2012. С. 12– 13.

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

50. Чехов А. В., Жернова Н. П. Вплив строків посіву та норм висіву насіння на урожайність гірчиці білої сорту Талісман. Науково-техн. бюл. ІОК УААН. Запоріжжя, 2004. Вип. 9. С. 206–211.

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

52. Досвід вирощування гірчиці у НПФ «Рапсойл». URL: http://rapsoil.ua/mustard/mustard-tehnologiya/ (дата звернення: 23.10.2020).

53. Корнійчук П. В. Технологія виробництва олії та її якість. Запоріжжя : Інститут олійних культур, 2005. 243 с. 67 153. Виноградов А. С. Удобрения мощный фактор повышения урожая льна долгунца. М. : Колос, 1956. 42 с.

54. Іванкін М. М. Особливості технології виробництва олії та її якість. Степове землеробство. 1987. № 6. С. 31–32.

54. Оксимець О. Л., Ларіна В. І. Вплив добрив та строків сівби на ріст гірчиці білої. Ін- т землеробства УААН : зб. наукових праць. К. : Екмо, 2003. С. 87–91.

55. Дмитренко В. П. Погода, клімат і урожай польових культур. К. : Ніка – Центр, 2010. 620 с.

56. Клімат України: у минулому...і майбутньому? / М. І. Кульбіда та ін.; за ред. М. І. Кульбіди, М. Б. Барабаш : монографія. Київ : Сталь, 2009. С. 85– 98.

57. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / В. М. Зубець та ін.; за ред. В. М. Зубця. К. : Логос, 2004. 776 с.

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

59. Жуйков О. Г. Гірчиця в Південному степу: агроекологічні аспекти і технології вирощування : наукова монографія ДВНЗ «Херсонський держ.

аграр. ун-т». Херсон : Грін Д. С., 2014. 416 с.

60. Козіна Т. В. Удосконалення окремих елементів сортової технології вирощування гірчиці білої в умовах Лісостепу західного : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09. Кам'янець-Подільський, 2013. 20 с.

61. Ринок потребує нішевих культур. Агропрофі. URL: http://www.agroprofi.com.ua/statti/1341-rinok-potrebue-nishevikh-kultur (дата звернення: 12.11.2020).

62. 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.

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

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

65. Козіна Т. В. Удосконалення окремих елементів сортової технології вирощування гірчиці білої в умовах Лісостепу західного : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09. Кам'янець-Подільський, 2013. 20 с.

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

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

68. Kurmi K. Influence of sowing date on the performance of rapeseed and mustard varieties under rainfed situation of Southern Assam / K. Kurmi. Journal of Oilseeds Research. 2002. № 19(2). P. 197–198.

69. Ященко О. І. Романюк О. І. Економічні та соціальні аспекти оцінки

ефективності. Науковий вісник НЛТУ України. 2008. Вип. 18.6. С. 237– 238.

70. Андрійчук В. Г. Капіталізація сільського господарства: стан та економічне регулювання розвитку : монографія. Ніжин : Аспект-Поліграф, 2007. 216 с.

71. Мазоренко Д. І., Мазнєва Г. Є. Ефективність технологій вирощування ярих зернових культур при різному ресурсному. Харків : ХНТУСГ. 2007. 134 с.

72. Гандзюк М.П., Жейбо Е.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці.- К.: Каравела.- 2003.-408 с.

73. Пряник Г.М., Лахман С.Д. Охорона праці .-К.: Урожай, 1994.- 271с.

74. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві .- К.: форт.-2001.- 384с.

75. Мороз П.І., Косенко І.С. Екологічні основи природокористування: Навч. посібник.- Умань: УДАА,2001 – 465с.

76. Екологія і закон: Екологічне законодавство України (Відп. редактор, кад. В.І.Андрейцев.- К.: Юрінком інтер. - 1997.- Кн..1-704 с., Кн..2.- 576 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

ОДНОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Дослід: **врожайність гірчиці білої залежно від внесення добрив 2024 р.**

Одиниця виміру даних, т/га

Варіантів – 4. Повторностей – 3.

Вихідні дані

Варіант	Середнє	Повторності		
1	1.74	1.70	1.65	1.87
2	2.06	2.14	2.10	1.94
3	2.40	2.47	2.23	2.50
4	2.47	2.55	2.44	2.42

Середнє по досліду – 2.68 т/га

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Степені вільності	Середній квадрат	F
Загальна	1038.62	17		
Повторностей	15.75	2	191.53	29.37
Варіантів	957.66	5	6.52	
Залишок	65.21	10		

Помилка середньої = 1.44. Помилка різниці середніх = 2.04
НСР = 0.14 т/га
Сила впливу фактора = 0.92
Помилка досліду = 1.91%. Варіація даних = 10.34%