

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально - науковий інститут агротехнологій, селекції та екології

Кафедра селекції, насінництва і генетики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПІД ПОСІВИ ЛЬОНУ
ОЛІЙНОГО»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
Еколого – економічне рослинництво
спеціальності 201 Агрономія
ступеня вищої освіти Магістр
денної форми навчання
Криволап Євген Олександрович

Керівник: Четверик Оксана, к. с. – г. н., доцент

Рецензент: Шакалій Світлана, к. с. – г. н., доцент

Полтава – 2024 року

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Нині у зв'язку з посухами, що часто повторюються, різко знизилася врожайність соняшника – основної олійної культури в регіоні. Тому в структурі посівних площ сільськогосподарських підприємств широкого поширення набула така культура як лен олійний. Лен олійний є поширеною та перспективною олійною культурою [1].

Відмінною особливістю льону є його адаптивність до різних ґрунтово-кліматичних умов, що робить його привабливим вибором для сільськогосподарських підприємств. Культура віддає перевагу регулярним опадам, але також має здатність переносити посушливі періоди, що важливо в умовах даного регіону з непостійним кліматом [2-3].

У світі посівна площа льону щорічно сягає 2,5-3,2 млн. га. Валовий збір олійного насіння становить 1,9-2,7 млн. т. Країнами-виробниками олійного насіння льону з найбільшими посівними площами є Індія, Китай, Канада та США. В останні роки відзначено підвищення посівних площ цієї технічної культури: у 2019 році вони становили 814,7 тис. га, у 2020 році розмір зріс на 9,3 % (на 69,1 тис. га), у 2021 році площа посіву льону була понад 1500 тис. га (2 % від усієї посівної площі України) [4].

Але потенційна врожайність олійного насіння поширених сортів льону може становити 3 т/га, а вміст олії та білка в насінні – до 50 % та 33 % відповідно. При економічній оцінці встановлено, що вирощування льону олійного є більш рентабельним, ніж озимої пшениці чи ріпаку (Н.В. Степових та ін., 2022).

У 2023 році посівні площі льону олійного досягли вражаючих 37554 гектарів, що було супроводжено врожайністю в районі 1,1-1,2 тонни на гектар. Також лен олійний є добрим потенційним попередником для озимої пшениці [5-6].

Однак лен олійний представляє нову культуру, тому питання його харчування на чорноземних ґрунтах тут залишаються маловивченими.

У зв'язку з цим наукові дослідження щодо розробки системи добрив

олійного льону для умов недостатнього зволоження є актуальними та дуже затребуваними сільськогосподарськими виробниками [7].

В умовах дефіциту фосфору та характерної для ґрунтів регіону дуже низькою та низькою забезпеченості цим макроелементом дуже актуальним є встановлення оптимальних способів та термінів застосування мінеральних добрив (і насамперед фосфорних) для досягнення максимальної ефективності в перший рік їх застосування (Е.В. Агафонов, Р. А. Каменєв, 2006).

Але відомостей про ефективність застосування мікробіологічних добрив на чорноземах звичайних, як і вибір терміну та способу внесення добрив задля досягнення найбільшої врожайності та збирання олії льону в літературі недостатньо. Це було основою встановлення ефективності використання мікробіологічних препаратів при вирощуванні льону олійного [8].

Мета досліджень. Розробка комплексної системи використання мінеральних добрив та біологічних препаратів при вирощуванні олійного льону на чорноземі звичайному.

Завдання досліджень:

1. Вивчення дії мінеральних добрив та біологічних препаратів на біометричні показники рослин льону та концентрацію азоту, фосфору та калію в них.
2. Встановлення впливу агрохімікатів на врожайність та якість олієнасіння льону.
3. Оцінити економічну ефективність застосування мікробіологічних препаратів та мінеральних добрив при вирощуванні льону.

Об'єкт досліджень. сорт льону олійного Гладіатор. Мікробіологічні препарати Флавобактерин і Мізорин входять в склад лінійки бакпрепаратів.

Предмет досліджень. Вплив мінеральних добрив та мікробіологічних препаратів на показники формування врожайності льону олійного.

Методи досліджень. Для проведення роботи застосовувалися наукові матеріали щодо використання мінеральних добрив та мікробіологічних

препаратів у рослинництві під час обробітку льону олійного. При виконанні польових та лабораторних досліджень було застосовано поширені методики проведення експериментів, виконано дисперсійний та кореляційний аналіз отриманих результатів, визначено економічну ефективність.

Наукова новизна отриманих результатів. На чорноземних ґрунтах визначено оптимальний термін та спосіб внесення мінеральних добрив під льон олійний на тлі різного ступеня забезпеченості ґрунту рухомим фосфором; встановлена оптимальна доза добрив для застосування під льон; рекомендовано мікробіологічний препарат для допосівної інокуляції насіння та його використання спільно з мінеральними добривами для підвищення врожайності та олійності льону; проведено економічну оцінку застосування агрохімікатів при вирощуванні льону.

Практичне значення отриманих результатів. Рекомендовано для господарства кращий варіант мінерального живлення та мікробіологічного препарату для отримання більшої врожайності льону олійного.

Особистий внесок здобувача полягає в тому що було проведено експерименти, постановлені необхідні завдання, статистична обробка результатів досліджень і публікація отриманих результатів.

Публікації.

Структура та обсяг роботи. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи становить 64 сторінок комп'ютерного набору, містить 11 таблиць та 7 додатків, включає вступ, 6 розділів, висновки та пропозиції виробництву. Список використаних літературних джерел налічує 68 найменування.

РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЛЬОНУ І ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1 Біологічні особливості льону олійного і використання елементів мінерального живлення

Льон звичайний культурний *Linum usitatissimum* відноситься до сімейства льонових *Linaceae*, рослина трав'яниста, однорічна, яра, довгого дня. Льон олійний відрізняється особливостями поглинання мінеральних елементів, так як поглинає протягом вегетації на формування своєї біологічної маси значна кількість NPK [9].

Але їх поглинання дуже нерівномірно за весь період розвитку рослини до повної стиглості. Критичним періодом, що найбільше впливає на врожай олійного насіння, є період вегетації сходи - фаза «ялинка». Зміст оптимальної кількості елементів мінерального харчування на початкових етапах вегетації обумовлює заплановане зростання рослини, формування високого врожаю олійного насіння з високим вмістом олії. При цьому необхідно враховувати, що споживання NPK протягом вегетації льону суттєво варіює через погодно-кліматичні умови, забезпеченість ґрунту NPK, а також характеристики сорту (А.Б. Дьяков, 2006).

На початковому етапі онтогенезу рослини льону дуже повільно ростуть та відрізняються незначним накопиченням NPK у сухій речовині (Д.Б. Жамалова, 2017).

Але протягом двох тижнів інтенсивного формування вегетативної маси відбувається поглинання понад 50 % необхідної кількості поживних речовин протягом періоду вегетації. Найбільше поглинання макроелементів відзначається за період бутонізація-формування олійного насіння. Дефіцит NPK у ці критичні періоди, як правило, зумовлює різке зниження врожайності олійного насіння [10].

Максимальне поглинання із макроелементів NPK культурою відноситься до азоту. Азотне харчування надає суттєву та різнопланову дію на розвиток рослин. При збалансованому забезпеченні фосфором і калієм азот забезпечує швидке зростання вегетативної маси, але при цьому збільшується період цвітіння та дозрівання (Г.В. Віхорева, 2001; М.М. Тишков, 2005).

Недолік цього елемента протягом вегетації під час сходи-бутонізація завдає непоправної шкоди формуванню майбутнього врожаю. Дефіцит азотного харчування протягом перших 3 тижнів після посіву також різко зменшує врожайність олійного насіння (Ю.А. Шанський, 1966; П.Д. Музикантів, Н.К. Панкова, 2003).

Найбільший пік споживання азоту відзначається у фазу бутонізації, але на момент формування коробочок споживання цього елемента різко знижується. Враховуючи дані біологічні особливості культури, можна прогнозувати оптимальні терміни азотного підживлення льону олійного [11-14].

Однак, при застосуванні надлишкових доз азотних добрив на рослинах льону інтенсивно розвивається іржа, відбувається наростання потужної вегетативної маси, накопичення азоту в рослинах сприяє розвитку патогенів. Збільшується насиченість тканин водою, стоншується величина клітинної оболонки. Це сприяє полегшенню потрапляння збудників хвороб у тканини рослин та забезпечує сплеск розвитку хвороб (В.А. Прудніков, 2016).

Профіцит даного елемента живлення забезпечує збільшення міжфазних періодів, затримується формування суцвіть, що призводить до нерівномірного дозрівання олійного насіння та затягування термінів збирання. Також суттєвим недоліком надлишкового азотного харчування є зниження вмісту олії, а також збільшується схильність до вилягання посівів льону (Р.І. Шамурзаєв, 2009).

Найбільший вміст азоту протягом вегетації відзначається у різних вегетативних та генеративних органах олійного льону. Наприклад, у фазу

«Ялинка» – це листя, у фазі бутонізації – листостебельний апарат, на повну стиглість – насіння. При цьому необхідно враховувати, що азот поглинається рослинами аж до цвітіння, оскільки після цієї фази у ґрунті до збирання запас нітратного азоту підвищується, що може свідчити про зниження його споживання рослинами (В.К. Дрідігер, 2013).

При виборі науково-обґрунтованих доз азотних добрив при вирощуванні льону зменшується поширення хвороб та завдання шкоди шкідниками, оскільки підвищуються адаптивні можливості рослин до дії факторів навколишнього середовища (А.К. Сулейменова, 2019).

На початковому етапі вегетації рослини льону дуже вимогливі до дефіциту фосфору, який забезпечує інтенсифікацію дозрівання та збільшення врожайності олійного насіння та олійності. При цьому суттєво прискорюється розвиток рослин та скорочується вегетаційний період. Поглинання фосфору із ґрунту відбувається протягом усього вегетаційного періоду. Але пік поглинання посідає відносно короткий період вегетації у фазу бутонізації та цвітіння. При достатній забезпеченості ґрунту рухомим фосфором рослини льону утворюють потужну, добре розгалужену кореневу систему, що суттєво збільшує коефіцієнт використання мінеральних добрив [13].

При дефіциті фосфору лен пригнічується у початковий період вегетації, особливо від появи сходів до фази "ялинка". Через гостру нестачу даного елемента може формуватися дрібне, світло-зелене листя з блакитним відтінком, життєвий цикл яких короткостроковий. Дефіцит рухомого фосфору в «критичний» період розвитку до формування 5-6 пар листя, надає непоправне на величину майбутнього врожаю льону насіння, що формується. Дефіцит фосфору в харчуванні рослин не можна виправити застосуванням добрив у наступних етапах вегетації, навіть при інтенсивному застосуванні фосфорних добрив [14].

Третім макроелементом у харчуванні льону, як та інших сільськогосподарських культур, є калій. Калій забезпечує підвищення

кількості олійного насіння в коробочці. При виборі раціонального рівня забезпечення рослин калієм зменшується ймовірність вилягання посівів рослин. Пік споживання калію припадає на перші 21 день вегетації до фази бутонізації [15-17].

Беручи участь у процесах асиміляції CO₂, окислювально-відновних процесах та формуванні білка та вуглеводів, калій входить до складу рослини, що формується.

Достатній рівень харчування рослин льону калієм необхідно забезпечити з початкового періоду вегетації. Споживання калію, як і фосфору, відзначається протягом усього вегетаційного періоду культури, але пік поглинання відзначається у міжфазний період бутонізація-цвітіння, а також у період формування олійного насіння. У цьому дефіцит калію у перший критичний період проявляється значно важче на формування майбутнього врожаю [18].

При забезпеченні харчування рослини льону мікроелементами особливу увагу слід приділити до забезпеченості бором, оскільки він суттєво зменшує ураження рослин бактеріальними хворобами, що, зрештою, забезпечує збільшення врожайності.

Дефіцит бору знижує врожайність олійного насіння, особливо при застосуванні високих доз мінеральних добрив. Це найхарактерніше для посушливих погодних умов. Тому доцільність застосування добрив, що містять бор, не викликає сумнівів. Бор бере участь у фенольному обміні, збільшує активність процесу утворення цукрів (А.К. Сулейменова, 2019).

Забезпеченість рослин цинком покращує ферментативну діяльність, впливає на синтез вуглеводів та амінокислот, а також формування ауксинів. Недолік цього мікроелемента знижує інтенсивність росту рослин і зменшує врожайність олійного насіння (Я. В. Пейве, 1963).

Мідьмісткі добрива забезпечують збільшення стійкості рослинних організмів до несприятливих умов середовища: перепадів температур, посушливих умов, а також до ураження різних захворювань (Б.А. Ягодін,

С.В. Торшин, 1992).

Дія марганцю у значній частині визначається його наявністю у складі ферментів, що регулюють окисно-відновлювальні процеси, декарбоксілювання, гідроліз (А.Н. Есаулко, 2006).

При дефіциті таких мікроелементів як цинк, бор і залізо, лен формує слаборозвинену кореневу систему, рослини відстають у рості. Виявляються ознаки кальцієвого, карбонатного чи комплексного хлорозу. На вапняних ґрунтах з кислим рН відзначається хімічне зв'язування у ґрунті мікроелементів, що знижує їх рухливість через їх перехід у малодоступні для рослин форми. Відмітною ознакою нестачі мікроелементів є крапчастий, крайовий або загальний хлороз, завмирання точки зростання, формування густої розетки, опад бутонів, висихання верхівкової частини рослин. На доступність у ґрунті для льону мікроелементів суттєво впливають погодно-кліматичні умови. Особливо в посушливих умовах симптоми їхньої нестачі збільшуються (А.К. Сулейменова, 2019).

Через війну досліджень Кузнецова Г.Н. (2004) зафіксовано, що вміст НРК у рослинах льону максимально відзначається в олійному насінні, ніж у побічній продукції, крім калію. Концентрація азоту в маслонасінні льону варіювала від 3,15-3,50 %, у вегетативної масі від 0,63-1,10 %, фосфору відповідно 0,82-1,19 % та 0,11-0,28 %. При цьому калію в олійному насінні було 0,75-0,88 %, у побічній продукції 1,58-1,70 % [19-20].

Максимальне споживання елементів живлення відбувається у період формування репродуктивних органів у фазу цвітіння, коли поглинання азоту становить 90% і більше, а фосфору до кінця цієї фази – понад 50 %.

Таким чином, враховуючи особливості поглинання елементів мінерального харчування рослинами олійного олію, зумовлені біологічними особливостями культури, погодно-кліматичними умовами навколишнього середовища, може бути сформовано основи для розробки науково-обґрунтованої системи добрива цієї культури, що забезпечує формування стабільних урожаїв насіння з високим вмістом олії. З урахуванням досить

високих вимог культури до забезпеченості ґрунту елементами мінерального харчування протягом усієї вегетації через відносно слаборозвинену кореневу систему, формування стабільних та високих урожаїв культури забезпечується лише при застосуванні добрив [21].

1.2. Використання мінеральних добрив під льон олійний

Для забезпечення планованих урожаїв олії насіння льону необхідно вже з початкового періоду вегетації повною мірою забезпечити рослини необхідними поживними елементами для забезпечення максимального поглинання ще слаборозвиненою кореневою системою (В. В. Церлінг, 1990).

При цьому необхідно враховувати, що основне зростання стебла відбувається за 10-16 днів. Через це недолік харчування в цей час завдає непоправної шкоди врожаю льону [22].

Продуктивність олійного насіння при вирощуванні культури на чорноземах визначається забезпеченістю азотно-фосфорним харчуванням, насамперед ефективність якого характеризується рівнем застосування мінеральних добрив. Тому їх дозу встановлюють шляхом проведення агрохімічного аналізу ґрунтів та нормативів біологічних потреб рослин (В. В. Степанюк, 2001).

Більш слабка ефективність гною, порівняно з мінеральними добривами, пояснюється тим, що льон олійний, маючи короткий вегетаційний період, не може використовувати достатньо поживні речовини гною, які повільно мінералізуються. Тому гній доцільніше вносити під попередню культуру (Шанський Ю.А., 1966). При посіві льону пластом багаторічних трав добрива не вносять [23].

Внесений азот добрив використовують культурою приблизно на 60–70 %, фосфор – на 12–25, калій – на 45–65 % (Н. В. Карамнова, 2018).

При формуванні 100 кг олійного насіння з відповідним урожаєм вегетативної маси культура поглинає з ґрунту 5,1-6,6 кг азоту, 1,1-1,7 кг

фосфору, 4,1-5,6 кг калію (А.К. Сулейменова, 2019).

Встановлено, що в процесі вирощування льону та формування найбільшого рівня продуктивності олієнасіння насіння льону залежно від умов зволоження норми азотних добрив з урахуванням забезпеченості ґрунтів рухомими формами фосфору та калію можуть варіювати в діапазонах від 50 до 110 кг/га [23].

Доведено, що через велику наявність вологи в 2020 році, так само як і при її нестачі в 2021 р. продуктивність олійного насіння різко зменшувалася. Внесення добрив в умовах надлишкового зволоження 2020 року врожайність олійно-насіння зменшилася на 28,0 % порівняно з оптимальними умовами 2018 та на 31,9 % – з урожайністю 2019 року, а в умовах посухи 2021 р. – на 16% та 20, 5 % [24].

І. А. Лошкомийників (2011) на чорноземах Західного Сибіру встановив, що під ліню олійний доцільно застосовувати азотно-фосфорні добрива в дозі $N_{60}P_{60}$, а при низькому вмісті обмінного калію в ґрунті доцільно вносити добрива в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$.

При низькому рівні вмісту мінеральних елементів під лін доцільно застосовувати добрива в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$, а при середньому рівні $N_{30}P_{30}K_{30}$ або $N_{30}P_{30}$.

Встановлено, що на чорноземах і каштанових ґрунтах під олійний лін доцільно вносити добрива в дозі $N_{60}P_{60}K_{30}$. На чорноземі вилуженому система добрива льону включає допосівне застосування $N_{30}P_{30}$ і N_{30} в підживлення. На сірих лісових ґрунтах дози мінеральних добрив зростають – $N_{50}P_{90}K_{70}$. У Нечорноземній зоні на дерново-підзолистих ґрунтах максимальний урожай олійного насіння льону досягнуто при внесенні доз добрив $N_{61-77}P_{22}K_{70-90}$ [25].

За результатами трирічних польових дослідів на чорноземі вилуженому встановлено, що для досягнення максимальної врожайності олійного насіння необхідно використовувати добрива в дозі $N_{60}P_{60}K_{30}$. Збільшення врожайності до контролю становило 5,6-7,0 ц/га. Подальше збільшення дози

мінеральних добрив було неефективним для підвищення врожайності олійного насіння (Р.І. Шамурзаєв, 2009).

Під час проведення досліджень пік урожайності культури отримано від добрив у дозі $N_{90}P_{90}K_{90}$. Але найбільшого економічного ефекту досягнуто від застосування мінеральних добрив припосівним способом у дозі 40 кг/га (В.І. Северов, 2000).

А.Т. Куанишкалієва (2006) встановив, що на чорноземі південному з низьким вмістом мінерального азоту в сорокасантиметровому шарі ґрунту, середньою забезпеченістю рухомим фосфором і підвищеним – обмінним калієм, від внесення азотно-фосфорних добрив урожайність олійного насіння збільшувалася слабо, а застосування калійних. Але внесення лише мінеральних добрив у дозах N_{30} , N_{60} та N_{90} достовірно збільшувало продуктивність у порівнянні з контролем на 2,1; 4,3 та 6,9 ц/га [26].

Вирішальне значення при внесенні добрив має спосіб та термін застосування мінеральних добрив. При весняному внесенні добрив та загортання у верхній шар ґрунту ефект від їх застосування різко знижується, оскільки з верхнього шару ґрунту швидко випаровується волога та ступінь використання NPK з добрив суттєво зменшується (Л. Міщенко, 2006). При нестачі вологи внесення добрив локально до сівби забезпечувало до 35 % збільшення врожаю (О. Масляний, 2005). При цьому застосування азотних добрив у великих дозах може сприяти переростанню рослин і зсуву на два тижні настання повної стиглості [27].

Мінеральні добрива доцільно застосовувати восени під оранку, що зумовлює їх досить рівномірний розподіл у орному горизонті та доступність для коріння рослин. При весняному застосуванні під культивування мінеральні добрива розміщуються у верхньому шарі ґрунту 0-10 см і за його швидкого висушування NPK добрив стає малорухомими, слабо доступними для рослин. З цієї причини недоцільно застосовувати фосфорно-калійні добрива під передпосівну культивування ґрунту на глибину 3–5 см [28].

Ефективність застосування добрив зростає при локальному

припосівному застосуванні. За відсутності застосування добрив до посіву або при сівбі, доцільно внесення азотних добрив некореневим способом у фазу «ялинки» карбамідом у дозі N_{30} . Внесення азоту некореневим способом не сприяє зміні термінів цвітіння та дозрівання олійного насіння. Для повноцінного розвитку рослин льону олійного доцільно оптимальне забезпечення мікроелементами. Дефіцит цинку, бору, заліза проявляється відставанням у проходженні міжфазних періодів зростання. Нестачу мікроелементів виправляють рахунок передпосівної обробки насіння або некореневого застосування у фазу «ялінка». Протягом вегетації обробку мікроелементами можна проводити спільно з комплексними добривами або у баковій суміші з карбамідом (В. В. Коломейченко, 2022).

З. Б. Борисонік із співавторами вважають, що найкращим способом використання добрив є внесення їх під основну обробку ґрунту восени та закладенням плугом та локальним припосівним способом. Застосування добрив сівалкою в дозі 40-60 кг/га суперфосфату збільшує врожайність контролю на 0,2-0,3 т/га. Якщо мінеральні добрива застосовуються розкидним способом, то після їх внесення потрібно обов'язкове загортання в ґрунт [29].

Некоренеve підживлення рослин льону комплексними мінеральними добривами необхідно проводити після висихання рослин від роси для зниження пошкоджень рослин. Некоренеve підживлення повинно проводитися з урахуванням забезпеченості ґрунту основними елементами живлення та кількості внесених добрив. Прикоренеve підживлення азотними добривами здійснюють у дозах 50-60 кг/га нітратом амонію або 80-100 кг/га сульфатом амонію при висоті льону 4-8 см на слаборозвинених рослинах, блідо-зеленого кольору з вузьким листям. Через високу забезпеченість ґрунту калію калійні добрива практично повсюдно не застосовуються. Симптомами дефіциту калію є короткі міжвузля та коричнева облямівка на кінчиках листя.

Найбільший коефіцієнт використання з мінеральних добрив рослинами льону спостерігається лише при збалансованому харчуванні макро- та

мікроелементами. Через слаборозвинену кореневу систему на початку вегетації відзначається низька здатність поглинання нею мікроелементів, тому доцільно проведення некореневого підживлення мікродобривами від появи сходів до фази «ялинка», що забезпечує їх потребу в необхідних мікроелементах і посилює поглинання з ґрунту макро. Застосування мінеральних добрив протягом вегетації по листку є ефективним способом оперативного постачання рослин основними макро та мікроелементами в критичні фази розвитку рослин. Високий ефект досягається при дворазовій обробці мікродобривами: для передпосівної обробки та протягом вегетації некореневим способом (Д.В. Виноградов, 2014).

Встановлено, що при використанні для передпосівної обробки насіння 0,05 % розчину мікродобрив, що містять цинк і марганець, врожайність збільшувалася на 11,0-15,5 % по відношенню до контрольного варіанту [30].

При вирощуванні льону олійного на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті з низьким вмістом мікроелементів при застосуванні мінеральних добрив до посіву в дозі $N_{60}P_{60}K_{120}$ використання мікродобрив некореневим способом протягом вегетації забезпечувало збільшення виносу основних елементів живлення з врожаєм основної та побічної продукції мікродобрив. Доведено достовірний вплив мідних, цинкових та борних мікродобрив на формування вегетативної маси та накопичення сухої речовини у рослинах льону у фазу бутонізація. Більше ефективно було їх застосування у вигляді мікродобрива МікроСтім некореневим способом після сходів [31].

Суттєве збільшення врожаю спостерігалось також і при внесенні комплексного NPK з мікроелементами B, Zn, Fe, розробленого спеціально для олійного льону. Внесення цього добрива в ґрунт перед передпосівною обробкою формувало достовірне збільшення врожайності по відношенню до контрольного варіанту на 1,7 ц/га або 9,8 %. Це забезпечувало не тільки збільшення врожайності олійного насіння, але й підвищення збирання олії в середньому за роки досліджень на 160–210 кг/га або 29,0–38,5 % [32].

У роботі Г.Н. Кузнецова (2004) встановила, що найбільша дія на

формування органічної речовини рослин льону отримана від забезпеченості ґрунту нітратним азотом та рухомим фосфором. Калійні добрива у впливі цей показник були малоефективними. У дії добрив цей показник відзначено загальна залежність: з підвищенням дози добрива швидкість формування вегетативної маси льону олійного зростала. При цьому у фазу «ялинка» у контролі наростання вегетативної маси відбувалося повільніше і становило лише 7 %, а на варіанті з добривами в дозі $N_{60}P_{60-90}K_{60-90}$ досягало 11-12 %. Але до фази цвітіння наростання вегетативної маси варіанті з добривами в дозі $N_{60}P_{90}K_{90}$ на 15-16% перевищувало контрольний варіант. До фази повна стиглість формування органічної речовини збільшувалося лише у випадках з дозами $N_{60}P_{60-90}$. Підвищення швидкості процесів формування сухої речовини при оптимізації мінерального харчування забезпечувало формування максимального врожаю олійного насіння [33].

Під час проведення польових дослідів О. Ю. Сорокіна (2018) встановила, що при використанні мінеральних та органомінеральних добрив на рослинах збільшувалася кількість коробочок, малонасінин у них та, зрештою, маса насіння з 1 рослини. Максимальна кількість олійного насіння на 1 рослині досягала 74 шт., а маса насіння з 1 рослини - 0,33 г були сформовані при застосуванні добрив у дозі $N_{45}P_{60}K_{90}$. Підвищення дози азоту до N_{60} у складі повного мінерального добрива не забезпечувало підвищення кількості олійного насіння та маси насіння з 1 рослини [34].

При цьому отримані показники продуктивності були подібними до результатів, отриманих при застосуванні комплексного мінерального добрива, що містить бор з дозою $N_{31}P_{51}K_{31}B_{2,2}$. При цьому сумарна доза NPK була вдвічі меншою. Найбільшого збирання масла досягнуто при використанні добрив у дозах $N_{30-45}P_{60}K_{90}$, який становив 576–582 кг/га. Застосування добрив у вигляді нітроамофоски збільшувало врожайність олієнасіння льону в середньому за роки дослідів на 12,9 %. Застосування органомінеральних добрив, що містять мікроелементи, некореневим способом протягом вегетації забезпечувало підвищення врожайності

олійного насіння порівняно з контролем на 2,4–2,8 ц/га (23,5–29,6 %), а порівняно із внесенням азоту на 9 1-145 % [34].

В. А. Гущина та А.С. Ликова (2017) прийшли до думки, що на формування 1 ц олійного насіння з відповідною кількістю вегетативної маси культура поглинає 5,1–6,6 кг азоту, 1,2–1,6 – фосфору, 4,1–5,6 кг калію.

Застосування органічних добрив сприяє підвищенню врожайності олійного насіння на 1,6–2,2 ц/га. Але при застосуванні гною відбувається суттєве заростання полів бур'яном. Це, як безпосереднім попаданням насіння бур'янів з гноєм, а й збільшенням у ґрунті основних елементів живлення рослин, що збільшує конкурентні здібності бур'янів проти рослинами. Тому гній вносять лише під попередні культури, у дозах, рекомендованих зональними системами добривами [35].

Г. Н. Кузнецова (2004) встановила суттєві зміни структури врожайності льону олійного під впливом мінеральних добрив. При внесенні збільшуються доз мінеральних добрив до $N_{60}P_{90}K_{90}$ підвищувалася висота 1 рослини, кількість гілок і коробочок, а також маса насіння з 1 рослини.

Застосування N_{20} некореневим способом у фазу «ялинка» підвищувало врожайність олійного насіння в середньому за 2018–2021 роки. на 1,2 ц/га (7,1%); В, Zn – на 1,4 ц/га (7,7%); NK – на 0,6 ц/га (3,6%); NK, В, Zn – на 1,1 ц/га (5,9%).

Слід враховувати, що внесення необхідно здійснювати лише у науково-обґрунтованих дозах мінеральних добрив, оскільки надмірна кількість азоту призводить до вилягання посівів перед збиранням. Є. В. Абушинова (2018) у своїй роботі, в якій вивчали продуктивність різних сортів льону від застосовуваних доз добрив, вказує на наступні результати: збільшення дози азотних добрив з 30 до 90 кг д. в./га забезпечувало підвищення зріджування ранньостиглих сортів на 3-6%, що сприяло підвищенню кількості коробочок на 4-6 шт. на 1 рослину та маси олійного насіння з 1 рослини на 0,25- 0,46 г. Від застосування азоту в дозах 30 і 60 кг/га збільшувалася врожайність насіння льону олійного на 0,22-0,31 т/га. При подальшому підвищенні дози

азоту відбувалося зменшення збільшення врожайності [36].

Внесення мінеральних добрив у ґрунт у дозі $N_{60}P_{40}K_{80}$ дозволяє підвищити врожайність олієнасіння льону олійного порівняно з контролем у середньому на 4,0 ц/га або 31,0 %. Застосування різних модифікацій мікродобрив спільно на тлі макродобрив дозволяє додатково підвищити врожайність у середньому на 1,1–1,6 ц/га або 8,5–12,4 %.

Застосування біопрепаратів та регуляторів росту математично достовірно збільшувало врожайність олійного насіння соняшника. Найбільшої врожайності, що склала 2,29 т/га, досягнуто від застосування Мівал Агро (20 г/т для передпосівної обробки насіння) та 20 г/га при обробці некореневим способом. При цьому підвищувався діаметр кошика, збільшувалася кількість сім'янок, підвищувалася маса 1000 насінин порівняно з контролем. Також біопрепарати, що вивчаються, і регулятори росту забезпечували підвищення якості олійного насіння соняшника.

Основним показником продуктивності льону олійного є маса 1000 насінин. При проведенні польових дослідів маса 1000 насінин була максимальною при обробці посівного матеріалу льону препаратами Гумогель та Циркон і склала 5,44 г. Це забезпечувало захоплення цього показника порівняно з некореневим застосуванням мікробіологічних добрив Гумогель та Фульвогель на 0,3 г [37].

А. А. Ходянков (2019) довів, що Епікастастерон, використаний на фоні $N_{45}P_{60}K_{90}$, сприяв отриманню 20,5-22,3 ц/га льононасіння, достовірному підвищенню вмісту жиру в насінні льону до 44,5-45,0 %.

1.2 Використання мікробіологічних препаратів при вирощуванні олійних культур

Сутність біотехнологій, що широко використовуються в даний час у землеробстві, полягає у застосуванні різних мікроорганізмів. У процесі

життєдіяльності у ґрунті МО сприяють збільшенню у ґрунті легкодоступних елементів мінерального харчування та збагачують ґрунтів продуктами своєї мікробіологічної діяльності, які можуть засвоювати рослини (БАВ, ферменти, вітаміни, амінокислоти тощо) [38].

Становлення органічного землеробства, у якому використовуються лише мікробіологічні препарати, у процесі відмовитися від агрохімікатів, використовуваних збільшення рентабельності аграрного виробництва, нині має бути вирішальним чинником підвищення родючості ґрунту.

В умовах аграрного виробництва широко застосовується близько 200 марок мікробіологічних препаратів на основі асоціативних діазотрофів, що надають суттєву позитивну дію на продуктивність культур.

Біопрепарати підвищують мікробіологічну активність ґрунту – мікроорганізми добре приживаються та розмножуються у ґрунті, тим самим забезпечуючи азотне харчування та сприяють збільшенню продуктивності агроценозів.

Доведено, що 85 % азоту, який фіксований мікроорганізмами, міститься у вегетативній масі рослин та асимілюється на формування продуктивності с.-г. культур.

За даними Е. Л. Туріної, фіксований азот атмосфери є екологічно безпечним та безмежним ресурсом навколишнього середовища. Також поглинання даного виду азоту рослинами може досягати 100%.

Під час проведення азотфіксації мікроорганізмами витрачаються великі запаси енергії. На азотфіксацію молекули молекулярного азоту витрачається 14 молекул аденозинтрифосфорної кислоти (Б. А. Ягодін, 1989).

В даний час використовується два основних методи для обліку азотфіксації. За першим методом використовуються дані балансу цього елемента у ґрунті, при другому підході використовують ізотопи ^{15}N .

Біопрепарати сприяють підвищенню фотосинтетичної діяльності посівів культурних рослин протягом усієї вегетації, що проявляється у зміні елементів структури врожайності культури – кількості та маси насіння з 1

рослини та, зрештою, на врожайність (О.В. Афанасьєва, 2018).

Ключовим питанням є проблема застосування в коренежитній шар ґрунту бактерій-азотфіксаторів. Встановлено, що такі культури, як рис, кукурудза і, частково, лучні трави здатність до азотфіксації проявляється навіть за відсутності інокуляції насіння, що підтверджувалося накопиченням значного запасу мінерального азоту у ґрунті понад 110 кг/га [38-40].

Як зазначає академік В. Г. Мінеєв (1990) при складанні та розрахунку балансу азоту в ґрунті, найбільше залучення азотфіксації сприятиме збільшенню його прибуткової статті.

Кількість ґрунтових мікроорганізмів, як і їхнє біологічне різноманіття істотно залежить від агротехнічних прийомів обробки ґрунту та рівня застосування мінеральних добрив. Ґрунтова біота здійснює створення величезного запасу елементів мінерального харчування у ґрунті. МО ґрунту здійснюють першорядну роль у деструктуванні залишків рослин та замиканні біологічного круговороту речовин, поліпшенні структурних особливостей ґрунту, процесів біологічної фіксації азоту, мікоризних асоціацій, зниження кількості фітопатогенів [41].

Проведення агротехнічних прийомів сприяє розвитку ґрунтової біоти. Це зумовлено оптимізацією повітряного та водного режиму ґрунтів (Н.Ф. Клещов, 2014). Ці МО здійснюють позитивну дію на екологічну безпеку агроценозів та суттєво збільшують економічну рентабельність агровиробництва.

Рослинний організм можна порівняти зі складною екологічною системою, в якій різні ступені знаходяться мікроорганізми. Кожен ступінь ґрунтової біоти, що контактує з рослинними організмами, поділяють на ризосферну, епіфітну та ендofітну. Ризосферні МО – це група мікроорганізмів, що населяють прикореневу зону рослин [42].

У ризосфері живуть майже всі відомі мікроорганізми: бактерії, актиноміцети, гриби, найпростіші, водорості, віруси, макроорганізми - нематоди, терміти та інших.

Розповсюдження мікроорганізмів на вегетативної масі рослинного організму характеризується суттєвою зональністю. Епіфіти виявляються найчастіше біля продохів. У середньому біля продоху знаходиться 5 мікробних клітин. Але при цьому на більшій частині листової поверхні мікроорганізми не поширюються [43].

Ендوفіти - це мікробні організми, що проникають і утворюють колонії у внутрішніх тканинах рослинного організму. При цьому симптоми прояву будь-якого захворювання не виявляються. Бактеріальними ендوفітами є бактерії, які у живих тканинах рослини без ушкодження рослинного організму.

К. М. Пархомюком встановлено, що врожайність олійного насіння соняшника підвищувалася до контролю від дії азотофіксаторів на 0,39 т/га, від фосфоромобілізуючих – на 0,30 т/га.

Мікробіологічні азотфіксуючі препарати в даний час набули широкого поширення в землеробстві.

Мікробіологічний препарат Мізорин у порівнянні з подібними до дії препаратами характеризується стійкістю до дефіциту вологи в ґрунті. З мікробіологічними препаратами доцільно використовувати прилипачі (А.А. Завалін, 2005).

Також штами ризосферних МО можуть виявляти фунгіцидні властивості проти фітопатагенних грибів. Це позитивно відбивається на врожайності більшості польових культур. Максимальна ефективність мікробіологічного препарату Мізорін широко проявляється на сорго, соняшнику та ріпаку (А.А. Завалін, 2005).

Під час проведення польових дослідів С.Р. Сулейманов (2014) довів, що на варіантах з використанням біопрепаратів у порівнянні з контролем збільшується кількість як виконаних, так і щуплих сім'янок. Найбільш виконане маслонасіння сформовано під дією Екстрасолу, що використовується для передпосівної, маса 1000 яких склала 80,2 г; від дії Мізоріна – 72,5; від Альбіта – 72,3; на контрольному варіанті – 64,0 г/1000

сім'янок [44].

Щодо вибору оптимального терміну застосування бактеріальних препаратів, можна сказати, що оптимальних результатів досягнуто при їх застосуванні двічі (для передпосівної обробки насіння та некореневого застосування протягом вегетації). Встановлено, що використання даної схеми з препаратом Мізорін на соняшнику ступінь поглинання азоту з добрив сягав 78 %, а при разовому некореновому застосуванні протягом вегетації – лише 50 % [45].

У середньому за роки досліджень (2011–2013 рр.) максимальну продуктивність льону олійного отримано за No-Till з використанням мікробіологічних препаратів. Урожайність становила 0,75 т/га. Додаток до контролю з традиційною технологією досягав на 0,08 т/га або на 10,5%.

Рівень змін додатків врожайності олійного насіння під дією мікробіологічних препаратів знаходився в межах від 0,12 до 0,66 т/га або від 7,7 до 44,0 %. При застосуванні препаратів найбільшою ефективністю відрізнявся Азотовіт, насамперед це зумовлено поліпшенням азотного живлення рослин та формуванням більших генеративних органів [46].

У разі використання ефективних мікроорганізмів (ЕМ) здійснюється вирощування продуктів, відповідних вимогам органічного землеробства; зменшення фінансового навантаження на сільгосп підприємства (Р.Г. Бутенко, 1999).

Для отримання максимальної продуктивності олієнасіння льону використовували препарат Альбіт та мінеральні добрива в дозі $N_{50}P_{50}K_{30}$. Це дозволило сформувати на різних сортах 18,9-21,5 ц/га олійного насіння з високим вмістом олії [47].

Тому можливим шляхом вирішення завдання отримання запланованих урожаїв сільськогосподарських культур є зниження рівня застосування мінеральних добрив і широке застосування мікробіологічних препаратів, які можуть збільшувати харчування рослин NP, посилювати формування біометричних показників, збільшувати фітосанітарні здібності ґрунту, що в

результаті дозволяє збільшити врожайність олійного насіння та збирання олії. врожаю [48].

Тому суттєвим внеском у азотне харчування сільськогосподарських рослин може бути здійснено за рахунок мікробіологічних препаратів насамперед асоціативних азотфіксаторів.

За рахунок їх застосування суттєво знижуються дози мінеральних добрив без ризику зниження врожайності сільськогосподарських культур.

Проведення обробки посівного матеріалу небобових рослин мікробіологічними препаратами із вмістом діазотрофів забезпечує збільшення врожайності від 6 до 72 %. Також потрібно враховувати, що витрати на застосування бакпрепаратів значно менші, ніж на використання мінеральних добрив. Ефект мікробіологічних препаратів збільшується на тлі «стартових» невеликих доз азоту. Оптимальною дозою азоту N_{30} . При подальшому її збільшенні врожайність сільськогосподарських культур суттєво не підвищується [49-50].

Мікробіологічна фіксація азоту, яка проводиться ґрунтовими МО, істотно впливає на життя рослин. Максимальний внесок у азотне харчування рослин, крім симбіотичних азотфіксаторів *Rhizobium*, у цей процес вносять асоціативні діазотрофи.

Під асоціативною азотфіксацією мається на увазі діяльність, що виробляється гетеротрофними бактеріями або на поверхні, або в тканинах рослинного організму, без формування морфологічно виражених змін, а також при взаємному обміні фіксованим азотом і вуглецем [51].

Доведено, що в середньому до 70 % азоту, що надходить у ґрунт за рахунок фіксації мікроорганізмами загалом, здійснюється діазотрофами. За результатами польових дослідів, проведених на дерново-підзолистих ґрунтах із різними польовими культурами, доведено, що загальна кількість азоту, отримана за рахунок фіксації протягом вегетації, може становити 41–56 кг/га (М.М. Умаров, 1986).

Застосування азоту мінеральних добрив може викликати певні

екологічні проблеми, оскільки він використовується рослинами на 50-60 %. Біологічний азот є екологічно нешкідливим. Важливим фактором збільшення фосфатного потенціалу ґрунтів є мікробіологічна фосформобілізація. Під впливом мікробних організмів з важкодоступних фосфатів додатково перетворюється на водорозчинний стан 10-40 % ґрунтового фосфору. Але необхідно враховувати, що мікробіологічна фосфатмобілізація має важливе значення лише у прикореневій зоні. Звідси максимальна ефективність фосфатмобілізуючих мікроорганізмів визначається здатністю цих МО заселяти прикореневу ризосферу [52].

У середньому за три роки проведення польових дослідів найбільшу кількість мінерального азоту в ризосферній зоні тридцятисантиметрового шару ґрунту досягнуто на варіанті з використанням на льоні бінарного мікробіологічного препарату Біоліnum на тлі внесення добрива в дозі $N_{45}P_{30}K_{90}$.

Його запас у фазу бутонізація досягав 79,7 мг/кг ґрунту. За період вегетації встановлено, що під дією біоліnum збільшувало вміст рухомого фосфору у фазу інтенсивного наростання вегетативної маси на 38 мг/кг; бутонізація – на 36; цвітіння – на 25 мг/кг, а під час використання суміші біопрепаратів (Ризобактерин + Фітостимофос) відповідно на 32, 29, 21 мг/кг порівняно з контролем. Найбільший збір олії у врожаї отримано при застосуванні на льоні олійному мікробіологічного препарату Біоліnum на фоні NPK, яке досягало 294 кг/га.

У разі з біопрепаратами врожайність збільшувалася до 1,2-1,6 т/га ($НІР_{05}$ 0,2 т/га). Максимальне збільшення олієнасіння в перший рік проведення польових дослідів досягнуто на варіанті з Флавобактеріном, у другий рік - з бакпрепаратами Агрофіл і ПГ-5. У середньому за 2 роки врожайність олійного насіння льону підвищувалася від передпосівної обробки бакпрепаратами від 0,3 до 0,6 т/га ($НІР_{05}$ 0,2 т/га) або у відносному вираженні на 15-33 %. Вплив Флавобактеріну забезпечував збільшення врожайності олійного насіння на 33 %, Агрофіла, ПГ-5 та Мізорину,

відповідно, на 27, 25 та 13%.

Ю.Г. Мілоста (2011) зазначає, що найбільш істотний вплив на утворення коробочок, масу 1000 насіння і в цілому на збирання олійного насіння, надавали комплексні мінеральні добрива в дозі $N_{80}P_{65}K_{120}$, безхлорні добрива дозі $N_{60}P_{40}K_{96}$, що сприяло підвищенню продуктивності олійного насіння на цих варіантах. 5,1 ц/га контролю.

За даними А.Ю. Шанбанович (2017), застосування регуляторів росту на льоні олійному показало, що максимальний ефект забезпечує застосування препарату Екосіл у дозі 0,1 л/т, збільшення становить в середньому 0,7 ц/га. Аналіз даних результатів польових дослідів О.М. Пукалова (2016) на дерновоподолистому суглинному ґрунті, показав суттєву дію некореневої підгодівлі протягом вегетації рідкими мікродобривами МікроСил на продуктивність маслонасіння льону олійного в середньому за два підвищувало надбавку на 0,31-0,45 т/га, при врожай т/га [53].

Передпосівна обробка насіннєвого матеріалу соняшнику агрохімікатом ЕпінЕкстра та некоренева застосування у фазу 2-3 пар справжнього листя сприяла збільшенню біометричних показників рослин щодо контрольного варіанту.

Відзначено масове проростання сходів із високою енергією. Подібних даних досягнуто і за іншими стимуляторами росту рослин. Але при цьому агрохімікати ЕпінЕкстра та Карвітол, ВР сприяли суттєвому збільшенню показників продуктивності соняшнику, ніж при застосуванні агрохімікатів Агат-25к, ТПС та Амбіол, КРП.

Використання мікробіологічних препаратів під ріпак, збільшувало врожайність олійного насіння до контролю на 21,2-28,5 % без NPK і на 19,7-43,5 % на тлі NPK. Найбільшої врожайності досягнуто на варіанті із застосуванням мікробіологічних препаратів та азотних добрив у дозі N_{80} – 2,77 т/га (43,5 %), найменший на варіанті без NPK з біопрепаратом Мізорін – 2,34 т/га (21,2 %) та з препаратом Ризоагрин – 2,31 т/га (19,7 %).

І. М. Наумович, Я.Е. Пілюк, В. М. Білявський, Є. П. Решетник (2020)

встановили високу господарську ефективність при обробці насіння ярого ріпаку препаратами АгроМік, Ж, Бактопін, Ж і Гордебак, Ж (4,0 л/т). При їх внесенні врожайність олійного насіння досягала 33,6; 34,0 та 35,0 ц/га, перевищивши показники контрольного варіанту на 2,9; 3,3 та 4,3 ц/га або на 9,3; 10,6 та 14,1 % відповідно. Також при обробці насіння ріпаку препаратами «АгроМік», Ж, «Бактопін», Ж та «Гордебак», Ж (2,0–4,0 л/т) спостерігалася тенденція до збільшення олійності щодо контролю на 0,7–1 8% [54].

Ефект від впливу мікробіологічних препаратів збільшується з одночасним застосуванням азотних мінеральних добрив. На тлі $P_{60}K_{60}$ без застосування азотних добрив рівень продуктивності залишався невеликим і практично дорівнював результатам використання тільки мікробіологічних препаратів (19,7-31,6 %).

На варіантах із внесенням добрив у дозах $N_{30}P_{60}K_{60}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ підвищення продуктивності досягало піку на варіантах із дозами добрив 30 кг/га д.в. кожного елемента - і становило 31,1-43,5 % та 29,5-32,1 %.

Використання для передпосівної обробки насіння соняшнику біопрепаратів ПГ-5 та 7 кількість олії підвищувалася на 1,3 та 2,6 %. Найбільшого збирання олії з 1 га в урожаї досягнуто від мінеральних добрив у дозі $N_{40}P_{50}$, він збільшився порівняно з контролем на 279 кг/га або на 33,7 %. У випадках з дозою азоту 80 кг/га ефект зменшився до 16,6-18,4 %. Високий результат дало застосування біопрепаратів ПГ-5 та 7, збільшення збору жиру склало 27,6 та 24,1 % [55].

За результатами досліджень встановлено, що використання Агрофіла дозволяє досягти найкращих результатів у збільшенні продуктивності олійного льону.

Збільшення врожайності льону олійного під час використання даного препарату становило 0,25 тонни на гектар чи 30,9 % проти контрольним варіантом. Спільна дія мікробіологічних препаратів із припосівним внесенням добрив не призводила до додаткового збільшення врожайності олійного льону.

Наведений аналіз літератури підтверджує досить високу ефективність використання мікробіологічних препаратів при вирощуванні олійних культур. Однак відомостей про застосування мікробіологічних препаратів на чорноземних ґрунтах у літературі на льоні олійному мало. Також як і даних про вибір оптимального способу та термін застосування мінеральних добрив у системі добрива льону олійного в умовах недостатнього зволоження [56-59].

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальні відомості про господарство

ФГ 'Велес Агро' розташовано в селі Пришиб Кременчуцького району Полтавської області. Господарство займається вирощуванням зернових та олійних культур, в тім числі і льон олійний.

Таблиця 2.1.

Структура земель господарства

№	Землі	Площа, га
1.	Всього землі	1285
2.	земля господарства	1000
3.	паї	220
4.	сінокоси	65

Господарство в користуванні має всього 1285 га. З них 220 га – земля пайовиків, та 65 га – займають сінокоси.

Таблиця 2.2

Площі сільськогосподарських культур

Сільськогосподарські культури	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Пшениця озима	400	300	320
Ячмінь	150	300	200
Кукурудза	300	200	400
Соняшник	250	300	200
Льон	50	50	50

Таблиця 2.3

Урожайність основних сільськогосподарських культур

Сільськогосподарські культури	Урожайність, т/га			
	2022 р.	2023 р.	2024 р.	середнє
Пшениця озима	4,54	6,54	5,67	5,58
Ячмінь	3,45	4,36	4,00	3,94
Кукурудза	8,67	11,3	7,86	9,28
Соняшник	2,4	3,4	2,7	2,83
Льон	1,92	1,82	1,79	1,84

2.2. Ґрунти господарства та їх агрохімічна характеристика

У господарстві найпоширенішим типом ґрунтів є чорнозем звичайний карбонатний потужний.

Таблиця 2.4

Агрохімічні показники чорнозема звичайного

Шар ґрунту, см	рН, од.	Карбонати, %	Забезпеченість ґрунту		
			N _{мін.} , кг/га	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
2022 р.					
0-20	8,1	0,35	41,0	12,1	598
20-40	8,5	0,46	20,2	10,3	536
40-60	8,9	0,60	11,8	-	-
0-40	-	-	61,2	11,2	567
0-60	-	-	73,0	-	-
2023 р.					
0-20	7,6	0,38	13,6	26,2	623
20-40	8,0	0,58	8,2	18,0	561
40-60	8,8	0,92	7,2	-	-
0-40	-	-	21,8	22,1	592
0-60	-	-	29,0	-	-
2024 р.					
0-20	7,8	0,32	11,0	8,9	511
20-40	8,3	0,40	5,3	5,3	443
40-60	8,9	0,78	1,7	-	-
0-40	-	-	16,3	7,1	477
0-60	-	-	18,0	-	-

Ґрунти цього типу сформувалися на лісоподібних та жовто-бурих глинах, тому мають глинистий гранулометричний склад. У північноприазовських потужних та середньопотужних чорноземів відбувається зниження кількості гумусу за профілем ґрунту. У тридцятисантиметровому шарі ґрунту вміст гумусу становить 4,1-4,4 %, запаси гумусу в горизонтах А+В сягає 322-331 т/га. Валові вміст азоту в шарі ґрунту 0-30 см становить 0,19-0,23%, загального фосфору – 0,13-0,16 % та калію – 2,56-2,81 %.

Забезпеченість ґрунту рухомим фосфором варіює від дуже низького до середнього (10-29 мг/кг ґрунту), обмінного калію - висока (500-600 мг/кг

грунту).

Зміни вмісту різних форм азоту залежить від впливу погоднокліматичних умов протягом усього вегетаційного періоду. Мінеральний азот є в мінімумі в роки із посушливими умовами, коли мікробіологічна діяльність у ґрунті пригнічена.

Ґрунтові карбонати у верхньому шарі ґрунту обумовлені наявністю нальотів, павутинок, жилок, що характеризується схожістю з міцелієм гриба, тому чорноземи звичайні отримали назву міцелярно- карбонатних.

2.3. Кліматичні умови розташування господарства

Для району господарства характерний континентальний тип річного перебігу опадів, при цьому має місце максимум опадів у літню пору. Основною причиною літнього максимуму опадів є активація холодних фронтів атлантичних циклонів.

Ці фронти мають велику потужність і проявляються частіше влітку, ніж узимку. Таким чином, їхній вплив на район значно впливає на рівень опадів, роблячи літні місяці більш вологими.

Атмосферні опади випадають у твердому, рідкому та змішаному вигляді. Переважають рідкі опади, що становлять у середньому протягом року 68-76 %. Відзначаються вони весь рік, становлячи навіть у зимові місяці 17 %. Тверді опади спостерігаються повсюдно з жовтня до квітня, становлячи середньому протягом року 8 %. Найбільша частка твердих опадів відзначається у лютому та досягає 25 %. Змішані опади відзначаються у період із вересня до квітня, їх складова від загальної кількості опадів сягає 14-15 %.

Господарство розташоване в помірно-континентальному кліматичному поясі, пропонує своїм мешканцям та відвідувачам особливий мікроклімат. Середньорічна кількість опадів у районі становить 520,8 мм, середньорічна температура повітря 10,9 °С.

Таблиця 2.5

Середньо багаторічні показники по господарству

Місяці	Температура повітря, °С	Кількість опадів, мм	Відносна вологість повітря, %
Вересень	16,3	46,0	64
Жовтень	9,4	31,9	74
Листопад	2,7	45,4	83
Грудень	-0,7	67,6	88
Січень	-4,1	48,9	87
Лютий	-3,2	44,8	86
Березень	1,8	42,9	82
Квітень	10,7	53,0	67
Травень	16,6	56,9	62
Червень	20,8	59,8	63
Липень	23,0	57,1	60
Серпень	22,0	44,4	59
Середнє	10,9	-	74
Сума	-	520,8	-

Ґрунтово-кліматична зона загалом сприятлива для вирощування сільськогосподарських культур. За кількістю опадів, що випадають, територія району відноситься до недостатньо зволоженої зони.

Територія району піддається впливу вітрів усіх напрямків, але переважними є західні, південно-західні та північно-західні. Навесні та влітку ці ж вітри носять характер суховіїв.

Зимові місяці відмічені рясним випаданням опадів. Але їх випадання було менше середньорічної норми 31,3 мм. Загалом за три зимові місяці кількість опадів досягала 161,3 мм.

У весняні місяці рясне випадання опадів тривало. Їх кількість практично перевищила середньо багаторічні норми на 58,9 мм за середньорічної норми 152,8 мм.

У червні та липні зафіксовано суттєве збільшення температури повітря – відповідно на 1,1 і 1,5 °С вище за середньо багаторічні значення.

Таким чином, випадання опадів протягом вегетації олійного льону було задовільним. Це, безумовно, сприяло суттєвому збільшенню врожайності культури.

Слід зазначити, що випадання опадів відрізнялося крайньої

нерівномірністю протягом сільськогосподарського року.

В осінні місяці випадання опадів становило 132 мм, що лише на 8,7 мм більше за середньо багаторічні норми. У зимові місяці відмічено суттєвий дефіцит опадів. Було зафіксовано зниження їх випадання на 61,3 мм менше за норму.

Таким чином, можна зробити висновок, що для вирощування льону погодні умови були добрими.

2.4. Матеріал та методи дослідження

Досліди було закладено протягом 2022-2024 рр. в ФГ «Велес Агро», село Пришиб Кременчуцького району Полтавської області.

Вивчався сорт Гладіатор, який було створено методом гібридизації сортів Новоторжский і Saldo з наступним індивідуальним доббором. Сорт дозволено до вирощування в зоні Лісостепу України.

Попередником олійного льону була озима пшениця. Повторність досліду триразова. Площа варіанта досвіду 30 м² (5 м*6 м), облікова 22 м². Повторність досліду – 3-кратна. Розміщення ділянок – рендомезоване. Технологія вирощування культури – традиційна для нашої зони. Посів проводили сівалкою СЗ-5,4. Норма висіву льону олійного 7 млн. шт./га.

Польові досліди проводилися за вимогами методики дослідної справи в агрономії та агрохімії.

Збирання врожаю льону проводили вручну роздільно.

Схема досвіду вивчення ефективності мінеральних добрив і біопрепаратів:

1 варіант – контроль (без агрохімікатів);

2-7 варіанти - внесення мінеральних добрив навесні перед посівом із закладенням культивацією в дозах N₃₀P₃₀; N₃₀P₃₀K₃₀; N₄₅P₄₅; N₄₅P₄₅K₄₅; N₆₀P₆₀; N₆₀P₆₀K₆₀;

8-13 варіанти – внесення фосфорних та фосфорно-калійних добрив

восени під оранку, азотних - навесні під передпосівну культивуацію (з відрахуванням дози азоту, внесеної восени у складі комплексного добрива) у дозах $N_{30}P_{30}$; $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{45}P_{45}$; $N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{60}P_{60}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$;

14-15 варіанти – застосування мінеральних добрив при сівбі у дозах $N_{30}P_{30}$; $N_{30}P_{30}K_{30}$;

16-18 варіанти - застосування бактеріальних препаратів Мізорін, Флавобактерін, Екстрасол;

19-21 варіанти - спільне застосування бактеріальних препаратів з фоном мінеральних добрив Мізорін + $N_{30}P_{30}$, Флавобактерін + $N_{30}P_{30}$, Екстрасол + $N_{30}P_{30}$.

Мінеральні добрива були представлені найпоширенішими марками: амонійна селітра (34,4 % N), амофос (12-52), хлористий калій (65 % K_2O).

Норми нанесення біопрепаратів на насіннєвий матеріал: Флавобактерин та Мізорін з розрахунку 600, Екстрасол – 200 мл на гектарну норму.

РОЗДІЛ 3. БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИН ЛЬОНУ ЗАЛЕЖНО ВІД СХЕМИ ДОСЛІДУ

3.1. Біометричні показники рослин льону олійного

У роки проведення польових дослідів, погодні умови, вміст у ґрунті продуктивною вологою, а також основними елементами живлення протягом вегетації справили найбільший вплив на формування біометричних показників рослин льону [38].

У фазу "ялинка" на контрольному варіанті в 2022 році висота 1 рослини склала 19,3 см, а сира маса - 1,7 г (табл. 3.1).

У цю фазу на всіх варіантах досвіду в 2022 отримано статистично достовірне збільшення біометричних показників рослин олії, за винятком варіантів, на яких застосовувалися біопрепарати без фону мінеральних добрив. Найбільші показники збільшення висоти і маси 1 сирі рослини льону зафіксовані при застосуванні добрив розкидним способом у дозі 60 кг/га д.в. до сівби. Застосування повного мінерального добрива математично достовірно підвищувало біометричні показники рослин льону у цю фазу порівняно з аналогічними варіантами, але з азотно-фосфорними добривами. Використання добрив $P_{60}K_{60}$ під закладення плугом і N_{60} навесні під передпосівну культивуацію збільшувало висоту льону до даних контролю на 10,5 см або на 54,4 %, а масу - на 1,6 г або на 94,1 %.

При досягненні фази цвітіння висота 1 рослини льону у 2022 році на контролі склала 72,2 см, а маса – 5,4 г. У цю фазу збільшення біометричних показників рослин досягнуто на всіх варіантах досвіду, а також зафіксовано всі тенденції впливу агрохімікатів на ці показники, зазначені у попередній фазі. Максимальні показники у збільшенні висоти та маси рослин зафіксовані при внесенні добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$, але при їх внесенні навесні до посіву із закладенням культивуацією. Збільшення, порівняно з контролем висоти 1 рослини, становило 16,4 см або 22,7 %, а маси – 3,7 г або 68,5 %.

Таблиця 3.1

Біометричні показники рослин льону в 2022 році

Варіант	фаза «ялинка»		фаза цвітіння	
	висота рослин, см	маса 1 рослини, г	висота рослини, см	маса 1 рослини, г
контроль	19,3	1,7	72,2	5,4
внесення весною під культивуацію				
N ₃₀ P ₃₀	24,2	2,1	74,7	7,3
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	25,3	2,3	75,2	7,9
N ₄₅ P ₄₅	26,6	2,2	79,5	8,2
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	27,9	2,5	82,7	8,5
N ₆₀ P ₆₀	28,3	2,7	84,3	8,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	29,5	3,0	88,6	9,1
внесення РК восени під оранку, азотних – весною під культивуацію				
N ₃₀ P ₃₀	24,0	2,1	74,5	7,5
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	25,4	2,2	76,8	7,6
N ₄₅ P ₄₅	26,6	2,4	79,3	8,1
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	28,0	2,5	81,8	8,4
N ₆₀ P ₆₀	28,2	2,9	85,4	8,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	29,8	3,3	88,5	9,0
використання при посіві				
N ₃₀ P ₃₀	25,5	2,2	75,2	7,5
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	27,0	2,5	76,6	7,3
обробка насіння біопрепаратами перед посівом і внесення мінеральних добрив при посіві				
Флавобактерин	19,0	1,8	75,4	6,6
Мізорин	19,0	1,8	75,2	6,8
Екстрасол	19,5	1,9	75,8	6,9
Флавобактерин + N ₃₀ P ₃₀	25,6	2,3	77,8	7,3
Мізорин + N ₃₀ P ₃₀	26,0	2,4	77,7	7,2
Екстрасол + N ₃₀ P ₃₀	26,1	2,2	76,6	7,4
НІР ₀₅	1,1	0,2	2,3	0,3

Незважаючи на більш високу забезпеченість рухомим фосфором у 2023 році (22,1 мг/кг ґрунту) порівняно з 2022 р. (11,2 мг/кг) біометричні показники рослин льону у фазу «ялинка» були суттєво меншими, ніж у попередній рік. Ймовірно, ці показники забезпечило низький вміст мінерального азоту порівняно з попереднім роком. Висота рослин на контрольному варіанті становить 15,0 см, а маса – 1,5 г (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Біометричні показники рослин льону в 2023 році

Варіант	фаза «ялинки»		фаза цвітіння	
	висота рослин, см	маса 1 рослини, г	висота рослини, см	маса 1 рослини, г
контроль	15,0	1,5	50,2	4,7
внесення весною під культивуацію				
N ₃₀ P ₃₀	16,9	1,7	55,5	5,1
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	17,5	1,8	57,4	5,5
N ₄₅ P ₄₅	17,7	1,9	61,3	6,2
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	18,6	2,0	65,4	6,4
N ₆₀ P ₆₀	19,6	2,7	68,7	6,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	20,1	2,8	71,4	6,8
внесення РК восени під оранку, азотних – весною під культивуацію				
N ₃₀ P ₃₀	16,1	1,9	53,3	5,1
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	17,3	2,0	58,7	5,3
N ₄₅ P ₄₅	17,6	2,0	62,4	6,4
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	18,1	2,1	66,5	6,5
N ₆₀ P ₆₀	19,3	2,6	69,4	6,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	19,9	2,7	72,4	7,0
використання при посіві				
N ₃₀ P ₃₀	16,5	1,6	52,3	4,9
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	17,1	1,7	57,5	5,2
обробка насіння біопрепаратами перед посівом і внесення мінеральних добрив при посіві				
Флавобактерин	15,1	1,7	54,3	4,8
Мизорин	15,0	1,8	53,5	5,1
Экстрасол	15,2	1,8	54,8	5,1
Флавобактерин + N ₃₀ P ₃₀	17,0	2,1	53,4	5,0
Мизорин + N ₃₀ P ₃₀	18,0	2,0	55,6	5,2
Экстрасол + N ₃₀ P ₃₀	18,5	2,2	54,5	5,3
НСР ₀₅	0,7	0,2	2,8	0,2

Як і попередній рік проведення польових дослідів, у цю фазу максимальні показники біометрії льону отримані при застосуванні максимальних доз добрив. Але в цю фазу вегетації під впливом повного мінерального добрива отримано лише тенденції підвищення біометричних показників рослин льону по відношенню до NP добривами в таких же дозах.

Через нестачу ґрунтової вологи у фазу цвітіння льону олійної висоти і маса 1 сирої рослини на контролі була на 22,0 см і на 0,7 г менше, ніж у цю

фазу в 2022 р. Вони склали на контрольному варіанті 50,2 см та 4,7 г відповідно.

У цю фазу вегетації отримані статистично достовірні збільшення збільшення біометричних показників на всіх варіантах досвіду. Під дією калійних добрив сформовано математично достовірне збільшення висоти та маси 1 сирі рослини в порівнянні з такими ж варіантами, але тільки з азотно-фосфорними добривами.

Як і в попередній рік, найбільших показників біометрії рослин льону досягнуто при внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}$, але при внесенні РК восени під плуг. Порівняно з контрольним варіантом збільшення висоти 1 сирі рослини становило 22,2 см або 44,2 %, а маси – 2,3 г або 48,9 %.

Найменші біометричні показники рослин льону у фазу «ялинка» сформовані на контрольному варіанті у 2024 році, які склали 13,5 см та 1,3 г (табл. 3.3).

Очевидно, це зумовлено як низьким вмістом у ґрунті $N_{мін}$ (18 кг/га) та P_2O_5 (7,1 мг/кг ґрунту), але й найнижчим рівнем вмісту продуктивної вологи у передпосівний період у метровому шарі ґрунту 160,3 мм порівняно з 2023 роком (183,4 мм) та 2022 р. (203,4 мм).

Загалом у дію агрохімікатів у фазу «ялинка» та цвітіння льону олійного зафіксовано ті самі залежності, що й у 2022 році. Відмічено статистично достовірний вплив NPK на показники біометрії рослин льону порівняно з такими самими дозами азотно-фосфорних добрив.

Під впливом агрохімікатів у цю фазу відбувалося рівномірне збільшення біометричних показників рослин льону, крім варіантів із застосуванням біопрепаратів без фону добрив. Отримано суттєве підвищення біометрії 1 сирі рослини на варіантах з NPK по відношенню до таких варіантів із застосуванням тільки NP.

Максимальне підвищення біометричних показників рослин досягнуто при внесенні дози $N_{60}P_{60}K_{60}$ незалежно від терміну та способу внесення фосфорно-калійних добрив. Вони склали стосовно контролю у збільшенні

висоти на 7,9 см або 49,7 %, а маси – на 1,2 г або 80,0 %.

Таблиця 3.3

Біометричні показники рослин льону в 2024 році

Варіант	фаза «ялинки»		фаза цвітіння	
	висота рослин, см	маса 1 рослини, г	висота рослини, см	маса 1 рослини, г
контроль	13,5	1,3	61,0	5,3
внесення весною під культивуацію				
N ₃₀ P ₃₀	16,6	1,5	65,4	5,8
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	17,8	1,7	67,8	6,1
N ₄₅ P ₄₅	18,2	1,7	69,3	6,4
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	19,4	1,9	72,8	6,8
N ₆₀ P ₆₀	20,5	1,8	73,4	6,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	21,7	2,2	76,5	7,0
внесення РК восени під оранку, азотних – весною під культивуацію				
N ₃₀ P ₃₀	17,1	1,5	66,6	5,9
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	18,1	1,8	69,4	6,3
N ₄₅ P ₄₅	18,4	1,6	70,5	6,5
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	19,9	1,9	72,9	6,8
N ₆₀ P ₆₀	20,3	1,9	74,7	6,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	21,7	2,1	77,0	7,3
використання при посіві				
N ₃₀ P ₃₀	16,9	1,6	67,0	6,0
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	17,8	1,9	70,2	6,3
обробка насіння біопрепаратами перед посівом і внесення мінеральних добрив при посіві				
Флавобактерин	14,0	1,6	68,8	6,3
Мизорин	13,7	1,8	70,5	6,6
Экстрасол	13,8	1,8	71,4	6,4
Флавобактерин + N ₃₀ P ₃₀	16,2	2,1	73,6	6,8
Мизорин + N ₃₀ P ₃₀	16,7	2,0	74,4	6,9
Экстрасол+ N ₃₀ P ₃₀	16,5	2,2	76,3	7,1
НСР ₀₅	0,9	0,2	2,2	0,3

У фазу цвітіння льону на контрольному варіанті висота 1 сирі рослини становила 61,1 см, а маса – 5,1 г.

Тенденції у впливі агрохімікатів на біометричні показники рослин льону олійного, зазначені у фазу «ялинка», в середньому за 3 роки збереглися і у фазу цвітіння. Але найбільші показники висоти та маси 1 сирі рослини

отримані на варіанті з осіннім застосуванням $P_{60}K_{60}$ та весняним – азотних у такій же дозі. Збільшення біометричних показників порівняно з контрольним варіантом досягло 18,2 см або 29,8 % та 2,7 г або 52,9 %.

3.2. Урожайність льону олійного

Урожайність льону у 2022 році в умовах сприятливих для зволоження ґрунту на контролі сформована на рівні 1,73 т/га олійного насіння. (табл. 3.4 та 3.5).

Таблиця 3.4

Структура урожайності льону олійного

Варіанти	Кількість рослин, тис. шт./га			Кількість коробочок на 1 рослині, шт.			Маса насіння з 1 рослини, г		
	2022 р.	2023 р.	2024 р.	2022р.	2023р.	2024р.	2022р.	2023р.	2024р.
контроль	55325	48837	53344	16	11	13	31	23	26
внесення весною під культивуацію									
$N_{30}P_{30}$	55370	48848	53355	22	13	14	40	34	28
$N_{30}P_{30}K_{30}$	55388	48859	53360	21	14	14	39	33	29
$N_{45}P_{45}$	55395	48871	53362	24	15	17	42	38	31
$N_{45}P_{45}K_{45}$	55402	48889	53381	25	16	16	41	37	32
$N_{60}P_{60}$	55411	48890	53369	26	17	16	42	41	34
$N_{60}P_{60}K_{60}$	55444	48860	53381	28	18	16	40	39	34
внесення РК восени під оранку, азотних – весною під культивуацію									
$N_{30}P_{30}$	55342	48841	53340	20	13	14	36	35	28
$N_{30}P_{30}K_{30}$	55339	48855	53331	21	14	15	36	34	28
$N_{45}P_{45}$	55341	48870	53329	21	16	16	38	38	30
$N_{45}P_{45}K_{45}$	55340	48876	53355	23	15	16	38	37	30
$N_{60}P_{60}$	55342	48882	53363	23	18	16	40	40	32
$N_{60}P_{60}K_{60}$	55345	48893	53350	24	18	16	41	38	32
використання при посіві									
$N_{30}P_{30}$	55360	48835	53340	26	14	16	45	36	31
$N_{30}P_{30}K_{30}$	55388	48861	53331	25	15	16	42	35	32
обробка насіння біопрепаратами перед посівом і внесення мінеральних добрив при посіві									
Флавобакте рин	55322	48830	53350	18	13	13	35	25	27
Мізорин	55329	48844	53345	18	13	14	34	24	28
Екстрасол	55321	48833	53340	20	14	14	36	25	28
Флавобактер ин + $N_{30}P_{30}$	55351	48844	53351	27	15	16	46	36	32
Мізорин + $N_{30}P_{30}$	55355	48839	53348	25	16	16	44	37	34
Екстрасол + $N_{30}P_{30}$	55353	48847	53344	25	16	17	43	39	35

Внесення добрив у 2022 році забезпечувало суттєве підвищення врожайності олійного насіння до контролю на всіх варіантах досвіду. Але при цьому їхня дія на збільшення врожайності істотно відрізнялася від способу та терміну застосування.

Внесення з подальшим закладенням культиватором у дозах $N_{30}P_{30}$ та $N_{45}P_{45}$ збільшувало врожайність олійного насіння до контролю на 0,48-0,57 т/га або на 27,7-32,9 %.

При застосуванні добрив у дозах P_{30} і P_{45} під основну обробку ґрунту під плуг, а азотних у цих же дозах навесні під культивацію врожайність олійного насіння статистично достовірно знижувалася в порівнянні з варіантами, на яких NP застосовувалося під закладення суцільною культивацією - на 0,20 і 0,18 т/га відповідно.

Ймовірно, це можна пояснити тим, що при дефіциті рухомого фосфору в ґрунті та при змішуванні гранул добрив плугом відбувається прискорення процесів хімічної сорбції за осінньо-зимово-весняний період з формуванням важкорозчинних з'єднань.

Підвищення дози азотних добрив до 60 кг/га при використанні фосфорних добрив восени та навесні створювало лише тенденцію у підвищенні врожайності олійного насіння в порівнянні з варіантом, на якому застосовували 45 кг/га азотних добрив, через те, що збільшення врожайності в цьому випадку не перевищує NP досліду.

Додавання до азотно-фосфорного добрива хлористого калію в дозах K_{30} , K_{45} , K_{60} не сприяло підвищенню продуктивності олійного насіння. При цьому встановлено чітку тенденцію до зниження врожайності. Але дані зниження врожайності менше NP досліду.

Підвищення врожайності в досліді в 2022 досягнуто на варіанті з припосівним внесенням азотно-фосфорних добрив дозі $N_{30}P_{30}$. Підвищення врожайності до контролю становило 0,74 т/га або 42,8 %, а до такого ж варіанту із внесенням добрив під суцільну культивацію - 0,26 т/га або 11,8 %.

Таблиця 3.5

Урожайність насіння льону, т/га

Варіанти	2022р.	2023 р.	2024 р.	Середнє за 3 роки	Прибавка до контролю	
					т/га	%
контроль	1,73	1,12	1,37	1,41	-	-
внесення весною під культивуацію						
N ₃₀ P ₃₀	2,21	1,66	1,51	1,79	0,38	27,2
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,15	1,60	1,53	1,76	0,35	24,8
N ₄₅ P ₄₅	2,30	1,85	1,66	1,94	0,53	37,4
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	2,26	1,83	1,70	1,93	0,52	36,9
N ₆₀ P ₆₀	2,35	1,99	1,84	2,06	0,65	46,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,23	1,89	1,80	1,97	0,56	40,0
внесення РК восени під оранку, азотних – весною під культивуацію						
N ₃₀ P ₃₀	2,01	1,70	1,48	1,73	0,32	22,7
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,00	1,65	1,51	1,72	0,31	22,0
N ₄₅ P ₄₅	2,12	1,88	1,60	1,87	0,46	32,4
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	2,09	1,82	1,62	1,84	0,43	30,7
N ₆₀ P ₆₀	2,21	1,94	1,71	1,95	0,54	38,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,25	1,88	1,73	1,95	0,54	38,5
використання при посіві						
N ₃₀ P ₃₀	2,47	1,75	1,65	1,96	0,55	38,8
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,31	1,70	1,70	1,90	0,49	35,0
обробка насіння біопрепаратами перед посівом і внесення мінеральних добрив при посіві						
Флавобактерин	1,92	1,23	1,46	1,54	0,13	9,0
Мізорин	1,86	1,18	1,48	1,51	0,10	6,9
Екстрасол	2,01	1,20	1,50	1,57	0,16	11,3
Флавобактерин + N ₃₀ P ₃₀	2,52	1,74	1,71	1,99	0,58	41,1
Мізорин + N ₃₀ P ₃₀	2,41	1,82	1,79	2,01	0,60	42,3
Екстрасол + N ₃₀ P ₃₀	2,36	1,89	1,85	2,03	0,62	44,2
НІР ₀₅	0,18	0,10	0,11	0,20	-	-

Ефективним був у цей рік проведення польових дослідів обробка посівного матеріалу льону мікробіологічними добривами. Найбільше збільшення врожайності отримано від дії Екстрасолу, а при спільному застосуванні з добривами від Флавобактерину. Збільшення врожайності до контролю становило 0,28 та 0,79 т/га або 16,2 та 45,6 %.

При нестачі вологи у ґрунті у 2023 році врожайність олійного насіння на контролі склала 1,12 т/га. Це на 0,61 т/га менше, ніж у 2023 році.

При дефіциті вологи, але на тлі середньої забезпеченості ґрунту доступним фосфором по Мачигіну, спосіб та термін внесення добрив вже не суттєво впливав на врожайність льону. Максимальний вплив на врожайність льону було отримано від величини дози добрив. Їх внесення в дозі $N_{30}P_{30}$ забезпечувало збільшення врожайності до контролю на 0,54-0,63 т/га або на 48,2-56,3 % і збільшення досягало максимуму при припосівному внесенні $N_{45}P_{45}$ – на 0,73-0,76 т/га чи 65,2-67,8 т/га, у дозі $N_{60}P_{60}$ – на 0,82-0,87 т/га чи 73,2-77,7 %.

Застосування калійних добрив у 2023 році не сприяло збільшення врожайності олійного насіння. Можливо, це пов'язано з високим ступенем забезпеченості обмінним калієм у ґрунті.

У 2023 році максимальний ефект у підвищенні врожайності досягнутий від інокуляції посівного матеріалу біопрепаратом Флавобактерін. Підвищення врожайності до контролю становило 0,11 т/га. Але на тлі локального припосівного застосування добрив ефективніше використання Екстрасолу. Збільшення порівняно з контролем досягало 0,77 т/га, а порівняно із внесенням при сівбі $N_{30}P_{30}$ – 0,14 т/га.

Урожайність олійного насіння льону на контрольному варіанті в 2024 році, незважаючи на рясне зволоження ґрунту протягом вегетації, була меншою, ніж у 2022 році на 0,36 т/га і склала 1,37 т/га. Очевидно, основне вплив на врожайність культури надали дуже низький вміст ґрунті рухомого фосфору і дефіцит мінерального азоту на початковому етапі вегетації.

Внесення азотно-фосфорних добрив під суцільну культивуацію в дозах 30, 45 і 60 кг/га NP сприяло рівномірному збільшенню врожайності насіння до контролю на 0,14, 0,29, 0,47 т/га або на 10,2, 21,2 34,3 %.

Внесення фосфорних добрив восени під оранку та азотних навесні під культивуацію в дозах $N_{30}P_{30}$ і $N_{45}P_{45}$ у впливі на врожайність олії насіння льону було практично порівнянно із застосуванням мінеральних добрив

навесні під культивуацію перед посівом. Але на варіанті з дозою $N_{60}P_{60}$ відмічено статистично достовірне зниження врожайності олійного насіння на 0,13 т/га при дробовому внесенні добрив (восени фосфорних, азотних навесні) порівняно з одноразовим весняним застосуванням. Можливо, це пояснюється збільшенням хімічної сорбції рухомого фосфору на тлі дуже низького вмісту фосфору в ґрунті та інтенсивнішим формуванням вегетативної маси олійного льону при збільшенні азотного живлення.

Ефективним було у 2024 році використання добрив у дозі $N_{30}P_{30}$ при посіві олійного льону. Цей агрохімічний прийом збільшував урожайність порівняно з іншими способами внесення добрив на 0,14-0,17 т/га або на 10,2-12,4 %.

Внесення калійних добрив у 2024 році не мало істотного впливу на врожайність льону олійного при їх спільному застосуванні з азотно-фосфорними добривами. Ймовірно, як було зазначено вище, це зумовлено високим ступенем забезпеченості ґрунту цим макроелементом.

Застосування бактеріальних препаратів у 2024 році для обробки насіння льону олійного перед посівом було ефективним лише при використанні марок Мізорин та Екстрасол. Збільшення врожайності до контролю досягало у своїй 0,11-0,13 т/га чи 8,0-9,5 %.

Позитивна дія на врожайність льону від мікробіологічних добрив суттєво підвищувалася при застосуванні їх із припосівним внесенням мінеральних добрив. Істотне збільшення врожайності на цих варіантах досягнуто в порівнянні з варіантом, на якому добрива використовувалися в дозі $N_{30}P_{30}$, і яке склало при застосуванні Мізорину – 0,14 т/га, Екстрасолу – 0,15 т/га або на 10,3 та 14,6 %.

У середньому за 2022-2024 роки врожайність олійного насіння льону на контрольному варіанті склала 1,41 т/га. Найбільша продуктивність у досвіді отримана від $N_{60}P_{60}$ при їх загортанні навесні культиватором. Надбавка до контролю склала 0,65 т/га або 46,1 %.

При зменшенні дози азотно-фосфорних добрив у два рази, але при їх

застосуванні локальним збільшення надбавка врожайності була лише на 0,10 т/га або на 7,3 % менше, ніж у варіанті із застосуванням до посіву $N_{60}P_{60}$.

У середньому за 3 роки було ефективно використання для обробки насіння екстрасолу. Прибавка до контролю врожайності олійного насіння досягала 0,16 т/га або 11,3 %. При застосуванні азотно-фосфорних добрив разом із обробкою Екстрасолом врожайність зростала ще на 0,46 т/га чи 32,9 %. Рівень врожайності олійного насіння на цьому варіанті можна порівняти з дією добрив у дозі $N_{60}P_{60}$ навесні з закладенням культивацією.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ

Сільське господарство економіки будь-якої країни займає особливе місце. Специфічність ролі, відведеної галузі обумовлюється виробництвом продуктів харчування як основи життєдіяльності людей та відтворення робочої сили. Фактично, рівень розвитку сільського господарства багато в чому визначає рівень економічної безпеки. Сільське господарство – це не тільки галузь економіки, а й місце існування значної частини населення [60].

Аграрна економіка, як наука, вивчає дії об'єктивних економічних законів та форми їх прояву у сільськогосподарському виробництві. Економічні закони, яким підпорядковується сільське господарство, носять об'єктивний характер і діють незалежно від свідомості людей.

Керуючись загальними економічними законами, економіка сільського господарства розкриває своєрідність їх дії у конкретних умовах, розробляє способи їх використання у господарській практиці. У сільському господарстві діє система економічних законів: закон вартості, закон зростання продуктивності праці, закон розширеного відтворення, закон накопичення та ін [61].

Облік та об'єктивне використання дії всієї системи економічних законів спрямовані на забезпечення зростаючих потреб населення та вільного всебічного розвитку всіх членів суспільства.

Аграрна економіка як галузева наука робить практичні висновки та розробляє способи застосування та використання основних економічних законів у конкретних умовах розвитку агропромислового комплексу.

Сільське господарство – одна з пріоритетних галузей народного господарства, якої процеси виробництва, розподілу, обміну та споживання мають свої особливості, а дію економічних законів набуває специфічні форми [60].

При провадженні господарської діяльності у сільському господарстві слід враховувати особливості, зумовлені технологією виробництва, розміщенням трудових, виробничих та земельних ресурсів.

У сільському господарстві економічний процес відтворення незмінно переплітається із природним, природним. Тут головним та вічним засобом виробництва є земля, що відрізняється обмеженістю в розмірах і незамінність як продукт природи, здатність до поліпшення при правильному використанні та виснаженні при хижацькому застосуванні. У на відміну від інших галузей у сільському господарстві результати виробництва багато в чому залежать від якості землі, її родючості та місця розташування [61].

Земельний фактор слід враховувати при вирішенні всіх питань розвитку лише галузі, а й усієї економіки, т.к. необґрунтоване відчуження землі, її затоплення та інші причини її вилучення із сільськогосподарського обороту загрожує серйозними соціально-економічними наслідками.

Земельний фактор особливо велике значення має при розміщенні сільськогосподарського виробництва за зонами та визначенням спеціалізації виробництва.

Проблеми розвитку сільського господарства пов'язані із незмінним вимогою як збереження, а й більше – підвищення родючості ґрунту, охорони природного середовища. На сучасному етапі, в умовах збільшується роль науково-технічного прогресу у розвитку економіки, значення зазначеної вимоги зростає [60].

Завдання збереження земельних ресурсів, підвищення родючості землі та охорони навколишнього середовища може бути вирішена на основі обліку та раціонального використання всіх факторів науково-технічний прогрес. З іншого боку, при розробці напрямків науково-технічного прогресу слід брати до уваги земельний фактор [61].

Економічна оцінка застосування агрохімікатів під льон проводилася за такими статтями: вартість одержаної продукції з 1 га, умовний чистий дохід з 1 га, витрати, понесені при вирощуванні культури на 1 га, собівартість 1 т олійного насіння і рентабельність вирощування льону.

Ціна на насіння льону станом на 14 серпня 2024 року становила 19500 грн/т.

Отже, вартість валової продукції за варіантами досліджень становила від 33540 до 38025 грн. Виробничі затрати становили майже на одному рівні 13332 грн (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування льону сорту Гладіатор залежно від мінерального живлення в 2024 році

Показники	N ₃₀ P ₃₀	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	N ₄₅ P ₄₅	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	N ₆₀ P ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
Урожайність, т/га	1,73	1,72	1,87	1,84	1,95	1,95
Затрати праці, люд-год. на 1 га	3,70	3,68	3,63	3,69	3,66	3,65
на 1 т	2,01	2,05	2,17	2,02	2,09	2,12
Ціна, грн./т	19500	19500	19500	19500	19500	19500
Виробничі затрати на 1 га, грн.	13332	13401	13302	13405	13241	13432
Вартість валової продукції на 1 га, грн.	33735	33540	36465	35880	38025	38025
Собівартість 1 т продукції, грн.	770	779	711	728	679	688
Чистий дохід, грн.	20403	20139	23163	22475	24784	24593
Рівень рентабельності, %	153	150	174	167	187	183

Чистий дохід господарство отримало від 20139 грн (варіант удобрення N₃₀P₃₀K₃₀) до 24784 грн (N₆₀P₆₀), відповідно.

Рівень рентабельності за вирощування льону різних варіантів удобрення був досить високим і становив відповідно до рівня внесення мінеральних добрив від 150 до 187 %.

Ефективність мінеральних добрив суттєво підвищувалася при застосуванні добрив та біопрепаратів. Високих економічних показників досягнуто при застосуванні Екстрасолу. Рівень рентабельності підвищувався в порівнянні з варіантом, на якому вносилися азотно-фосфорні.

РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Сучасний розвиток сільського господарства у світі, включаючи і нашу країну, що характеризується нарощуванням енергетичних витрат (добрива, зрошення, обробки, отрутохімікати), що зумовлюють подорожчання та зниження якості сільськогосподарської продукції, а забруднення довкілля людини та розбазарювання важкозаповнюваних природних ресурсів (органічна речовина ґрунти, прісна вода, чисте повітря) викликає велику стурбованість екологів [62].

Розвиток сільськогосподарської стратегії та її складової частини – рослинництва – на базі екологічних підходів дозволяє відтворювати в агросистемах до певної міри функціональну структуру природних екосистем, які були відшліфовано за тривалий історичний період розвитку біосфери.

Наукова база нової сільськогосподарської стратегії розробляється фахівцями різних профілів: мікробіологи визначають можливості інокуляції азотфіксаторами злаків, що дозволить знизити застосування азотних добрив; агрономи розробляють енерго- та ресурсозберігаючі технології хоча б із частковим замиканням циклів поживних елементів та води; генетики повертають рослинам властивості конкурентоспроможності та стійкості до несприятливих умов, використовуючи методи генної інженерії; хіміки створюють нові види добрив, здатні підтримувати у ґрунті задані кількості поживних речовин; екологи розвивають комплексні підходи до створення змішаних чи поєднаних посівів та розробляють нові сільськогосподарські стратегії [63].

Об'єктом екології у галузі сільського господарства є поєднання посівів сільськогосподарських культур (включаючи і бур'яни), розведення худоби та рівень енергетичних витрат на основі більш повного використання природних ресурсів, а також міжвидові відносини між організмами без порушення екологічних факторів середовища та без погіршення довкілля людини.

Завдання екологів у сфері сільського господарства подібні до тих, якими зайняті агрономи, зоотехніки, економісти тощо.

Різниця лише в тому, що агрономи та інші фахівці сільського господарства прагнуть отримати врожай, базою якому служить висів насіння та витрати енергії на обробіток ґрунту, добрива та обробіток отрутохімікатами; зоотехніки отримують продукцію, навіщо вигодовують худобі отриманий корм (прагнуть отримати хороший корм) тощо [64].

Еколог розпізнає суть процесів, що відбуваються у системі окремих ландшафтів, розробляє стратегію стабілізації (а якщо можна, то й покращення) ситуації (послабити ерозію ґрунту, зберегти продуктивність, знизити тиск паразита на господаря і т.д.) через управління окремими процесами, розглядаючи їх як агросистеми, у яких підсумовуються взаємодіючі вектори – рослини, тварини, мікроорганізми, природні чинники, і навіть вплив людини [65].

Агроосистема поєднує популяції культурних та бур'янів рослин, тварин та мікроорганізмів в умовах певного режиму місцеперебування, подібних типів використання та однорідних впливів людини, і існує тривалий період до повного порушення в ній зв'язків через створення принципово відмінних угруповань.

Агросистема, або сільськогосподарський ландшафт, поєднує в певних ґрунтово-кліматичних умовах всю сівозміну поля, включаючи всі його культури, пов'язані через попередника і з усім набором бур'янів.

Відносно постійною в агроосистемі залишається ґрунтова біота, видовий склад якої коливається разом із культивованими рослинами, що змінюються, і антропогенним пресом, що виражається.

Агрофітоценоз існує, поки зберігається одна сівозміна та одна система технологій культур (обробка ґрунту, пестициди, добрива, зрошення). Розуміння агрофітоценозу як річного явища, що проявляється кожен вегетаційний період та що відображає своєю структурою в основному вплив домінанта, не дуже зручно [63].

Зміни складу домінантою у змінно-домінантної (лугової) рослинності слід розглядати як циклічні форми динаміки одного фітоценозу.

Агрофітоценоз не є автономною системою, а зв'язок між його компонентами значною мірою перебувають під тиском людини. Агрофітоценоз загалом є гнучким та тонким інформатором стану агроєкосистеми.

Агрофітоценологія виділяється в окрему науку, що сприяє вирішенню завдань сільськогосподарської екології, що обумовлюється особливим становищем енергетичного блоку у агрофітоценозу як накопичувача сонячної енергії, що зумовлює в конкретних умовах навколишнього середовища склад біоти [64].

У зв'язку з цим завдання агрофітоценології складні та багатогранні та їх вирішенням займаються екологи різних напрямків, оскільки універсального еколога, який володіє всіма компонентами агросистеми важко уявити [62].

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

Виробничі процеси у сільському господарстві повинні відповідати вимогам, встановленим у технічній та технологічній документації, нормативних правових актах, що містять державні нормативні вимоги охорони праці та Правилах [66].

Безпека виконання сільськогосподарських робіт повинна досягатися попередженням небезпечних (аварійних) ситуацій протягом усього часу проведення виробничих процесів та забезпечуватись:

1) застосуванням технологій, що враховують природну зміну фізичного стану ґрунту, оброблюваних культур, агрохімікатів, насіння, в яких небезпечні та шкідливі виробничі фактори або відсутні або не перевищують гранично допустимих концентрацій або рівнів;

2) включенням вимог охорони праці до нормативно-технічної, технологічної та проектно-конструкторської документації, дотриманням цих вимог та інших державних нормативних вимог охорони праці;

3) застосуванням технологічного обладнання, робочі органи та складові частини якого адаптовані до природної зміни фізичного стану оброблюваної культури та у разі технологічної чи технічної відмови не є джерелами травмування;

4) використанням на машинах та технологічному обладнанні технічних засобів захисту та пристроїв, що запобігають виникненню шкідливих та (або) небезпечних виробничих факторів і знижують можливість чи тяжкість наслідків нещасних випадків [67].

5) використанням виробничих приміщень, які відповідають вимогам нормативних документів;

6) підготовкою полів, виробничих майданчиків та приміщень до виконання робіт, позначенням небезпечних зон виробництва робіт;

7) використанням вихідних матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів (вузлів, елементів), які не надають небезпечного та шкідливого на здоров'я працівників;

8) здійсненням технічних та організаційних заходів щодо запобігання пожежі та (або) вибуху та протипожежному захисту;

9) раціональним розміщенням технологічного обладнання, розробкою маршрутів руху машин та машинно-тракторних агрегатів, що виключають випадки їх зіткнення та в'їзду до зон відпочинку працівників, обладнаних на відкритих майданчиках [68].

10) застосуванням безпечних способів навантаження, вивантаження, транспортування та зберігання вихідних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва, що виключають застосування ручної праці;

11) дотриманням рекомендацій про транспортування, застосування та зберігання пестицидів та агрохімікатів, з урахуванням інформації, яку містять тарна етикетка та попереджувальне маркування;

12) застосуванням швидкодіючих засобів локалізації небезпечних та шкідливих виробничих факторів;

13) розробкою та впровадженням заходів щодо безпечного виходу з типових травмонебезпечних ситуацій, що виникають у процесі трудової діяльності;

14) розробкою та впровадженням соціально-економічних методів стимулювання робіт без травм та аварій;

15) перевезенням працівників до місця роботи та назад на автобусах або обладнаних для цих цілей транспортних засобах;

16) дотриманням встановленого внутрішнього трудового розпорядку, виробничої та технологічної дисципліни [66].

Вимоги охорони праці до виробничих процесів, пов'язаних з виробництвом та переробкою сільськогосподарської продукції, встановлені Правилами та іншими нормативними правовими актами, що містять державні нормативні вимоги охорони праці, повинні відображатися в окремих розділах технологічних (операційних) карт, що розробляються на їх проведення, (регламентів), що затверджуються роботодавцем або іншою уповноваженою

ним посадовою особою [67].

При організації та проведенні процесів виробництва сільськогосподарської продукції та експлуатації технологічного обладнання роботодавцем повинні бути передбачені заходи своєчасного видалення та знешкодження відходів виробництва, є джерелами небезпечних та шкідливих виробничих факторів, а також причин професійних захворювань працівників.

Ефективними заходами щодо видалення небезпечних та шкідливих речовин із робочої зони є:

- 1) застосування замкнених технологічних циклів;
- 2) безперервність транспортних потоків;
- 3) застосування мокрих способів переробки сировинних пилю матеріалів;
- 4) герметизація технологічного устаткування;
- 5) аспірація агрегатів;
- 6) дистанційне управління виробничими процесами з герметизацією робочої зони;
- 7) застосування механізації та автоматизації виробничих процесів, що виключають присутність у робочій зоні працівників [68].

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Найбільшої висоти 1 сирієї рослини льону у фазу «ялинка» досягнуто при застосуванні $N_{60}P_{60}K_{60}$. У фазу цвітіння максимальні показники біометрії отримані у варіанті з осіннім застосуванням РК у дозі 60 кг/га д.р. і азотних – навесні у цій же дозі. Збільшення висоти та маси рослин порівняно до контролю становило 18,2 см або 29,8% та 2,7 г або 52,9 %.

У середньому за 2022-2024 роки врожайність льону олійного на контролі сягала 1,41 т/га. Найбільша продуктивність олійного насіння сформована при застосуванні добрив у дозі $N_{60}P_{60}$ навесні з подальшим закладенням культиватором. Збільшення контролю становило 0,65 т/га чи 46,1 %. Але при зменшенні дози добрив до $N_{30}P_{30}$, але при їх припосівному застосуванні збільшення врожайності лише на 0,10 т/га або на 7,3 % менше. У випадках з бактеріальними добривами максимальний ефект дала передпосівна інокуляція насіння Екстрасолом. Прибавка до контролю врожайності олійного насіння досягала 0,16 т/га або 11,3 % і істотно вище при застосуванні спільно з азотно-фосфорними добривами - на 0,46 т/га або на 32,9 %.

Високих показників економічної оцінки досягнуто при обробці насіння Екстрасолом. Внесення добрив ефективно було припосівним способом $N_{30}P_{30}$.

При обробітку льону олійного на чорноземі звичайному з дуже низькою безпечністю ґрунту рухомим фосфором і високою обмінним калієм по Мачигіну для досягнення врожайності олійного насіння 1,96 т/га азотно-фосфорні добрива доцільно застосовувати при посіві в дозі $N_{30}P_{30}$.

Для підвищення ефективності мінеральних добрив необхідно здійснювати передпосівну обробку насіння мікробіологічним добривом на основі ризосферних бактерій *Bacillus subtilis* Ч-13 Екстрасол (200 мл/тонну).