МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ
«_____»_____2024 р.
Зав. кафедри, к. с.-г.н. доцент
_____Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ступеня вищої освіти магістр

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ І РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ В ПІВДЕННОМУ СТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 21 м-а
спеціальності 201 Агрономія
МАКАРЧУК Дмитро Петрович

Керівник: РАССАДІНА Ірина к.с.-г. н., доцент

Умань – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП……... 4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ АКТУАЛЬНОГО СТАНУ ВИВЧЕННЯ ПРОГРАМНИХ ПИТАНЬ (огляд літератури)……..... 7
1.1. Особливості мінерального живлення соняшника та реакція культури на різні види добрив……..... 7
1.2. Ефективність застосування біопрепаратів, стимуляторів, регуляторів росту та мікродобрив в технології вирощування соняшника…… 11
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЬ……... 15
2.1. Характеристика гібриду соняшника та комбінованих препаратів, що були включені до схеми наукових досліджень……... 15
РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ..... 17
3.1. Характеристика ґрунтів дослідних ділянок……... 17
3.2. Характеристика природно-кліматичних умов зони проведення дослідів…….. 18
3.3. Схема досліду……... 20
3.4. Агротехніка проведення досліджень……. 20
3.5. Методика проведення досліджень……..... 22
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ…… 23
4.1. Динаміка вмісту елементів мінерального живлення в ґрунті залежно від факторів, що вивчалися…….. 23
4.2. Насіннєва продуктивність соняшника……... 28
4.3. Показники якості насіння соняшнику залежно від досліджуваних факторів……. 30
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ……... 35
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА…….. 38
6.1. Організація охорони праці та моделювання виробничих ризиків

при внесенні мінеральних добрив і регуляторів росту на посівах соняшнику…… 38
6.2. Охорона навколишнього середовища при застосуванні мінеральних добрив і регуляторів росту……... 41
ВИСНОВКИ……..... 43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……..… 45
ДОДАТКИ…….. 50

ВСТУП

Соняшник є однією з найважливіших олійних культур у світі, а його виробництво та переробка олієнасіння займають ключове місце в аграрно-продовольчій системі України. Країна має сприятливі ґрунтово-кліматичні умови, які дозволяють їй ефективно конкурувати на світових ринках. Площа під посів соняшнику постійно збільшується: з 2,6 млн га у 1990 році до 8,7 млн га у 2012 році. Проте Міністерство аграрної політики України закликає аграріїв зменшити площі посіву до науково рекомендованих 2 млн га, що становить близько 8% від загальної посівної площі, з метою оптимізації сівозміни [1–3].

Одним із найважливіших завдань сільськогосподарського виробництва сьогодні є збільшення валового збору соняшнику без розширення площ посівів. Це можливо шляхом підвищення врожайності завдяки застосуванню енергоощадних та ґрунтозберігаючих технологій. Соняшник залишається перспективною та економічно вигідною культурою, особливо в умовах півдня України, де природні умови сприяють його вирощуванню. Водночас зміна клімату стає важливим фактором, що впливає на успіх його виробництва.

Стабільні врожаї соняшнику можна досягати шляхом впровадження високоврожайних сортів і гібридів, а також інтенсивних технологій вирощування, що потребують високої культури землеробства та професійних знань. Ефективність цих методів повинна базуватися на економічних розрахунках з урахуванням біологічних особливостей гібридів і їх потенційної продуктивності.

Актуальність роботи. Актуальність дослідження продуктивності соняшнику в умовах Південного Степу України обумовлена важливістю цієї культури для економіки країни та її роллю на світовому ринку олійних культур. Україна є одним із провідних виробників соняшникової олії, і саме південні регіони виступають основними зонами його вирощування. Однак зміни

клімату, а також необхідність оптимізації агротехнологій ставлять перед аграріями виклик підвищення врожайності без розширення посівних площ.

Соняшник є однією з ключових сільськогосподарських культур для України, а питання підвищення його врожайності залишається надзвичайно актуальним. Ефективність вирощування цієї культури значною мірою залежить від правильного застосування мінеральних добрив та регуляторів росту, які впливають на ріст, розвиток і кінцеву продуктивність рослин.

Мінеральні добрива є важливим джерелом елементів живлення для соняшника. Азот, фосфор і калій мають вирішальне значення для формування сильної кореневої системи, стебел і листя, що, своєю чергою, впливає на утворення більшої кількості квіток і насіння. Водночас надмірне або неправильне застосування добрив може спричинити зворотний ефект, знижуючи врожайність через порушення живлення рослин.

Регулятори росту, з іншого боку, використовуються для стимуляції фізіологічних процесів у рослинах, що сприяє оптимізації росту та підвищенню стійкості до стресових умов, таких як посуха чи недостатня кількість елементів живлення. Їх застосування дозволяє рослинам краще використовувати ресурси ґрунту та підвищувати ефективність фотосинтезу.

Таким чином, оптимальне використання мінеральних добрив і регуляторів росту є одним із ключових факторів підвищення врожайності соняшника у Південному Степу України.

Мета досліджень – вивчити вплив комплексного застосування мінеральних добрив і регуляторів росту на продуктивність соняшника в умовах Південного Степу України, з урахуванням сучасних агрокліматичних змін.

Завдання досліджень:

1. Дослідити елементи поживного режиму ґрунту дослідної ділянки з метою визначення впливу мінеральних добрив і багатофункціональних препаратів на їх складові.

2. Оцінити комплексний вплив мінеральних добрив і регуляторів росту на елементи структури врожаю, насіннєву продуктивність, а також якісні та господарсько-цінні показники насіння соняшника.

3. Провести економічну оцінку ефективності використання добрив і багатофункціональних препаратів у технології вирощування соняшника.

Наукова новизна. У процесі дослідження вперше детально проаналізовано вплив комплексу агротехнічних прийомів на продуктивність соняшнику в специфічних умовах південного степу України. Розроблено оптимальні рекомендації щодо систем живлення та захисту рослин, що дозволяють зменшити негативний вплив зовнішніх чинників і забезпечити стабільно високі врожаї.

РОЗДІЛ 1
АНАЛІЗ АКТУАЛЬНОГО СТАНУ ВИВЧЕННЯ ПРОГРАМНИХ ПИТАНЬ
(огляд літератури)

1.1. Особливості мінерального живлення соняшника та реакція культури на різні види добрив

Наукова проблема, що стосується особливостей мінерального живлення соняшника, є важливою для формування теоретичних основ застосування добрив та препаратів комбінованої дії. Проте, у сучасній науковій літературі недостатньо висвітлено питання споживання елементів живлення, зокрема мезо- та мікроелементів. Особливо це стосується сучасних препаратів, які містять хелатні форми мікроелементів, мікроорганізми з фунгіцидною дією та стимулятори різного походження. Цей аспект залишається недостатньо вивченим, що створює певні прогалини в розумінні живлення соняшника.

Важливо проаналізувати поточний стан досліджень щодо ролі поживних речовин, їх взаємодії та ефективності застосування регуляторів росту, оскільки соняшник має особливості в мінеральному живленні порівняно з іншими культурами. Класичні уявлення про мінеральне живлення соняшника часто не відповідають сучасним реаліям аграрної науки, особливо враховуючи високий винос поживних речовин цією культурою.

Зокрема, за даними А. Гончарова [4], соняшник має високі показники виносу поживних речовин, тому для стабільного та високого врожаю необхідне достатнє забезпечення макроелементами.

Азот є ключовим елементом, який бере участь у синтезі білків, нуклеотидів, алкалоїдів та глюкозидів. Живлення рослин азотом відбувається за рахунок поглинання нітратів (NO_3) та амонію (NH_4) з ґрунту. За даними Т.М. Ракітіна [5], першим етапом використання азоту є відновлення нітратів і нітритів до аміаку, який потім використовується для синтезу амінокислот.

Азот відіграє вирішальну роль у рості рослин, а його нестача призводить до зменшення вмісту хлорофілу, пожовтіння листя і зниження темпів росту. Проте надмірне внесення азоту на ранніх етапах може сприяти надмірному розвитку вегетативної маси, що знижує посухостійкість соняшника. Тому важливо чітко контролювати кількість внесеного азоту відповідно до потреб рослини протягом різних етапів її розвитку [6].

Першим дослідником азотного живлення соняшника був І.І. Коновалов [7], який показав, що соняшник виносить значну кількість поживних речовин із ґрунту для формування врожаю. Важливим є і те, що рослини можуть засвоювати нітрати двома шляхами: темновим, який відбувається у коренях та частково в листках, та фотохімічним, що пов'язаний з використанням світлової енергії.

Існує також думка про антагонізм між білком і жиром у насінні соняшника. Дослідження О. Маслака [8] показали, що урожай олії з 1 га соняшника залежить не тільки від кількості вуглеводів, які створює листя, але й від здатності насіння перетворювати їх у жир. Тому пізнє азотне підживлення не знижує накопичення жиру, що важливо для розробки сучасних підходів до живлення соняшника. Це підкреслює необхідність використання багатофункціональних препаратів для листового підживлення.

Фосфор має велике значення для рослин, оскільки входить до складу протоплазми і клітинних ядер, основою яких є білки. Хоча фосфор безпосередньо не входить до складу білків, він є невід'ємною частиною нуклеїнових кислот, які разом з білками утворюють складні сполуки – нуклеопротеїди. Крім того, фосфор входить до складу ліпідів, зокрема фосфоліпідів і фосфатів, таких як лецитин і кефалін [9].

Співвідношення фосфорних сполук у рослинах може значно варіювати залежно від їхнього віку та умов вирощування. Наприклад, у дослідженнях А.В. Соколова вміст фосфорних сполук змінювався відповідно до дози P_2O_5. Дефіцит фосфору не припиняє генеративний розвиток рослин, але суттєво впливає на кількісні та якісні показники урожаю [10].

Фосфорна кислота відіграє важливу роль у процесах дихання і бродіння, а також у фотосинтезі, де бере участь у формуванні фосфорногліцеринової кислоти, первинного продукту асиміляції. Крім того, вона активує вітаміни, що підвищує їх ефективність у рослинному організмі [11].

У сучасній науковій літературі є багато досліджень, присвячених надходженню та використанню фосфорних добрив в різних умовах [12–14]. Ці роботи акцентують на важливій ролі фосфору в енергетичному балансі клітин. Встановлено, що єдиним джерелом енергії для клітин є аденозинтрифосфорна кислота (АТФ), без якої жоден життєвий процес неможливий. Завдяки постійному руху макроенергетичних зв’язків вивільняється енергія для всіх клітинних функцій.

Фосфор необхідний рослинам з самого початку вегетаційного періоду. Недостатнє забезпечення фосфором на початкових етапах не може бути компенсоване його подальшим внесенням. За дослідженнями М. П. Бондаренка [15], подача фосфору після періоду його дефіциту може мати негативний вплив. Тому фосфор слід вносити перед або під час посіву.

Умови та характер фосфорного живлення впливають на стійкість рослин до нестачі вологи. Фосфор підвищує вміст вільної та зв’язаної вологи в клітинних структурах, збільшуючи еластичність протоплазми. Досліди також показали, що фосфор покращує стійкість рослин до низьких температур, тому його можна вважати "антидепресантом" для рослин або навіть імуномодулятором [16].

Щодо соняшника, основна роль калію полягає в синтезі та транспорті вуглеводів. Дефіцит калію призводить до порушень обміну речовин, знижує активність ферментів, посилює витрати органічних речовин, зокрема продуктів фотосинтезу, через інтенсифікацію дихання. Ознаки дефіциту калію проявляються передусім на нижніх листках: вони жовтіють, буріють по краях і відмирають (крайовий опік) [17].

Соняшник потребує значної кількості калію, і для врожаю 20 ц/га виносить з ґрунту близько 250 кг калію, тоді як фосфору – лише 50 кг, а азоту –

110 кг. Однак на чорноземах, як у Єланецькому районі Миколаївської області, де вміст калію високий (18,2 мг на 100 г ґрунту), соняшник зазвичай не відчуває дефіциту цього елементу [18].

Сірка відіграє важливу роль у мінеральному живленні соняшника, входячи до групи мезоелементів. Вона є обов'язковим компонентом білків. Цікавим є те, що хоча мономери білка – амінокислоти – не містять сірки, складні білки (поліпептиди) мають її у своєму складі. Сірка забезпечує утворення зв'язків між ланцюгами простих білків завдяки дисульфідним зв'язкам (S-S). Крім того, сульфгідрильні групи (SH) входять до складу ферментів і коферментів. Відомо про протекторні властивості сульфгідрильних груп, які допомагають рослинам протистояти несприятливим умовам довкілля [19].

Попри значну кількість досліджень, багато вчених вважають, що роль сірки у житті рослин ще недостатньо вивчена. Наразі існує чимало наукових програм, спрямованих на глибше дослідження цього важливого елемента.

Різноманітність ґрунтово-кліматичних умов у різних регіонах не дозволяє застосовувати єдину систему землеробства, придатну для всіх територій. Це означає, що при виборі методів обробітку ґрунту та сільськогосподарської техніки необхідно підходити творчо та враховувати особливості кожної місцевості.

Соняшник належить до культур із помірною чутливістю до мінеральних добрив. Ефективність добрив залежить від часу та способу їх внесення, наявності необхідних елементів живлення, особливо фосфору, а також погодних та ґрунтово-кліматичних умов [20].

У більшості зон товарного виробництва соняшника найвищий приріст врожаю спостерігається при внесенні азотно-фосфорних добрив у дозах $N_{40-60}P_{80-90}$. Калійні добрива застосовують на полях із низьким рівнем калію. На півдні України, за даними О. О. Капліна, оптимальними дозами є $N_{30}P_{45-60}$, що забезпечує максимальний приріст врожайності, тоді як подальше збільшення кількості добрив не призводить до значного підвищення врожайності [21].

За дослідженнями В. М. Тоцького та О. І. Полякова [22], в умовах Лівобережного Лісостепу України найвища врожайність гібридів соняшнику досягалася при внесенні добрив у дозі $N_{60}P_{90}$. Застосування різних доз мінеральних добрив підвищувало врожайність на 0,16–0,43 т/га.

Результати досліджень показують, що найбільш ефективним для підвищення врожайності соняшника є застосування азотно-фосфорних добрив. Калій, хоча й поглинається рослинами у значних кількостях, не дає суттєвого приросту врожаю через високий рівень калію у ґрунтах зони вирощування соняшника [23].

Більша частина азоту та фосфору накопичується в стеблах і листях до цвітіння, після чого переноситься в кошики та сім'янки. При цьому рослини поглинають 60–70% фосфору у період від утворення кошика до закінчення цвітіння [24].

Дослідження на чорноземах південних регіонів, зокрема Одеської, Миколаївської, Кримської областей та Молдови, довели недоцільність внесення високих доз добрив [25].

Соняшник є чутливим до мікроелементів. Використання мікродобрив дозволяє оптимізувати ріст рослин і підвищити ефективність макроелементів. Часто дефіцит мікроелементів проявляється приховано і не може бути компенсований іншими елементами. Внесення мікроелементів навіть у малих кількостях не тільки підвищує врожай, але й збільшує вміст жиру в насінні соняшника [26].

1.2. Ефективність застосування біопрепаратів, стимуляторів, регуляторів росту та мікродобрив в технології вирощування соняшника

Велике значення у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур, в тому числі соняшнику належить стимуляторам росту рослин. Їх застосування дає можливість спрямовано регулювати найважливішими процесами в рослинному організмі, реалізувати потенційні можливості сорту.

Важливим аспектом дії стимуляторів росту є підвищення стійкості рослин до несприятливих чинників – високих і низьких температур, нестачі вологи, фітотоксичної дії пестицидів, ураження збудниками хвороб та шкідниками [27–30].

Препарати регуляторів росту рослин (РРР) – це природні фітогормони (Nоксиди, похідні піридину), їх синтетичні аналоги чи композиційні препарати, які дозволяють регулювати процеси росту та розвитку рослинного організму і реалізувати потенційні можливості сорту чи гібриду [31].

Розуміння фізіологічних потреб соняшника та обґрунтоване застосування стимуляторів росту, макро- та мікроелементів, а також біологічно активних речовин допомагає зберігати густоту посівів і значно підвищує виживаність рослин. Це, у свою чергу, сприяє збільшенню врожайності насіння [32].

Важливим аспектом є також застосування регуляторів росту разом із гербіцидами під час фітосанітарних обробок. Регулятори росту підвищують проникність клітинних мембран, що дозволяє зменшити фітотоксичний ефект пестицидів і знизити норми витрати засобів захисту рослин [33]. Наприклад, використання рістрегулятора «Вимпел» у суміші з гербіцидом Таск на посівах соняшника знизило гербіцидний стрес на 10 % [34].

Передпосівна обробка насіння стимуляторами росту разом із пестицидами стає невід'ємною частиною інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Такий підхід не лише економічно вигідний, але й перспективний, оскільки дозволяє скоротити кількість обробок інсектицидами та фунгіцидами або повністю відмовитися від них. Обробка насіння перед посівом забезпечує рівномірне покриття кожної насінини, що залежить від норми витрати і кількості насіння на 1 тонну [35].

Застосування регуляторів росту рослин (РРР) при обробці насіння соняшника має значний позитивний вплив на його розвиток і врожайність. Зокрема, обробка насіння сприяє підвищенню польової схожості, ранній появі сходів, збільшенню висоти рослин на 10–16 см і діаметра кошика на 4–6 см.

Крім того, зменшується вологість врожаю на 4–8 %, а швидкість і енергія проростання насіння підвищуються на 4–6 % порівняно з контролем [36].

Обробка рослин соняшника РРР під час вегетації показує ще більший вплив на підвищення олійності насіння — до 2,6 % [37]. Найбільш ефективним виявляється внесення регуляторів на етапі трьох-чотирьох пар справжніх листків, що дозволяє рослині реалізувати генетичний потенціал і сприяє формуванню максимальної кількості квіток у кошику [38].

Регулятори росту також виконують функцію імуномодуляторів, збільшуючи фотосинтетичну поверхню листків і зміцнюючи рослини протягом усього вегетаційного періоду. Вони здатні значно знизити рівень ураження соняшника хворобами, зокрема білою та сірою гниллю. Наприклад, обробка насіння препаратами Емістим і Триман зменшила ураження іржею у 2,7–4 рази, а обприскування Сукцином і Агростимуліном зменшило ураження білою гниллю в 1,8–11,3 разів [39].

Економічна ефективність застосування РРР є надзвичайно високою: на посівах соняшника витрати окупаються у 50–100 разів, що робить цей метод одним із найбільш рентабельних способів підвищення врожайності [40].

Сучасне сільське господарство все більше орієнтується на використання комплексних препаратів, що поєднують дію стимуляторів росту, рістрегуляторів, мікроелементів та антистресантів. Один із таких препаратів — Хелафіт, який досліджується як багатофункціональний засіб. Особливу увагу науковці приділяють бактеріям PYPR (Plant Growth-Promoting Rizobacteria), які сприяють росту рослин. Дослідження показали, що нові штами ризобактерій синтезують ауксини і цитокініни, активуючи розвиток кореневої системи та поліпшуючи умови для колонізаторів-бактерій.

Особливо багато зусиль спрямовано на подолання наслідків стресових умов для рослин. Наприклад, у дослідах В. В. Жука [41] використання 6-бензиламінопурину допомогло компенсувати дефіцит цитокінінів, покращивши стан рослин. Інші препарати, такі як Радостим, Біолан і Триптолем,

продемонстрували здатність знижувати ураження соняшника хворобами в 4–11 разів.

У фермерському господарстві «Амадея» досліджували ефективність препарату Регоплант [42], який підвищив урожайність з 8,0 ц/га до 16,0 ц/га. Подібні препарати вже доступні для українських аграріїв в агроінтернет-магазині «Яблуком», де представлені такі засоби, як Агростимулін, Моддус 250 ЕС, Триптолем тощо. Наприклад, компанія «EKOS» пропонує біостимулятор на основі бактерій *Azotobacter mysorens*, який забезпечує прибавку врожайності соняшника на 3–5 ц/га.

У дослідженнях В. Дубка розглянуто типові помилки під час позакореневих підживлень, що допомагає уникати неефективного використання добрив [43].

Таким чином, застосування регуляторів росту є одним із найбільш ефективних, економічних та високорентабельних засобів підвищення врожайності насіння соняшника.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Характеристика гібриду соняшника та комбінованих препаратів, що були включені до схеми наукових досліджень

Гібрид соняшнику «Драган» є одним із найбільш посухостійких гібридів сербської селекції, визнаним за свої високі адаптаційні якості. З 2004 року він включений до Державного реєстру України, а оригінатором є Інститут польовництва та овочівництва з міста Нови-Сад (Сербія) у співпраці з АФ «Сади України».

«Драган» – простий гібрид лінолевого типу, що підходить для класичної технології вирощування. Відноситься до середньоранньої групи стиглості, з вегетаційним періодом 112–118 днів. Потенціал урожайності складає 5,5 т/га, що робить його перспективним для виробників. При достатньому зволоженні висота рослин сягає 150–170 см.

Біологічні характеристики: помірний ріст на початкових стадіях вегетації; невелика листкова поверхня на ранніх етапах розвитку, до бутонізації закриває міжряддя; середня облистяність – 28–32 листки; стебло середньої товщини, коренева система глибока, потужна, досягає 2,5 метрів.

Господарські характеристики: формує кошики помірної товщини; Середня маса тисячі насінин становить 55–70 г; олійність насіння перевищує 50–53 %, а лушпинність становить 20–22 %.

Рекомендована густота стояння на момент збирання: Лісостеп: 50–54 тис. рослин/га; Центральний Степ: 46–50 тис. рослин/га; Південний Степ: 42–46 тис. рослин/га.

Стійкість до хвороб: гібрид «Драган» відзначається високою стійкістю до основних захворювань соняшнику, таких як альтернаріоз і фомоз, а також до вовчка соняшникового (Orobanche cumana Wallr) раси ABCDE, що є важливою перевагою для регіонів, де ці захворювання поширені.

Цей гібрид рекомендований для вирощування в умовах посухи та має високий потенціал для отримання стабільних урожаїв.

Гумісол – це коричнева рідина з високим вмістом гумінових речовин, без запаху. Він володіє високими бактерицидними і фунгіцидними властивостями, абсолютно безпечний і нешкідливий як для людини, так і для тварин, комах, рослин, містить в розчиненому і фізіологічно активному стані всі компоненти біогумусу: гумати, фульвокислоти, амінокислоти, вітаміни, природні фітогормони, мікро- і макроелементи, спори ґрунтових мікроорганізмів, сумісний з усіма отрутохімікатами.

Емістим С – це потужний регулятор росту природного походження, розроблений на основі продуктів життєдіяльності грибів - мікроміцетів із кореневої системи женьшеню. До складу входить збалансований комплекс фітогормонів цитокінінової та ауксинової природи, вуглеводи, амінокислоти, мікроелементи та жирні кислоти.

Емістим С застосовують у вигляді водного розчину, можливо застосовувати в суміші з іншими препаратами, яку готують у день використання. Його доза при внесенні на тонну насіння або на гектар посівів досить мала, тому важливо, щоб препарат був рівномірно розчинений в робочому розчині, тому розчин потребує ретельного змішування.

Бетоксон призначений для позакореневого застосування при недостатній кількості пилку на овочевих та плодово-ягідних культурах, з метою стимуляції росту рослин до утворення нових зав'язей та регуляції їх розвитку за несприятливих кліматичних умов. Даний препарат містить у складі 2-нафтоксиоцтову кислоту, бор і молібден. Препарат суттєво збільшує розмір і кількість врожаю, а також скорочує розвиток пустотілих плодів. Бор є одним із важливих мікроелементів, необхідних для повноцінного росту та розвитку рослин. Він регулює білковий та вуглеводний обмін у клітинах рослин, підвищує ефективність фотосинтезу, сприяє пересуванню та накопиченню вуглеводів, крохмалю, сахарози в корінні та листі, а також підвищує стійкість культур до різних захворювань.

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунтів дослідних ділянок

Дослідження з удосконалення прийомів вирощування соняшнику впродовж 2023–2024 рр. проводили в умовах Степу України в ДП ДГ «Зелені Кошари» СГІ-НЦНС, що знаходиться в с. Зелені Кошари Первомайського району в північній частині Миколаївської області та характеризується помірно-континентальним, сухим кліматом.

Ґрунтовий покрив території господарства представлений, в основному, чорноземом південним важкосуглинистим на важкосуглиностому лесі.

Основною ґрунтоутворюючою породою є лес. Це карбонатна, тонкопориста порода, бурувато-палевого кольору, містить 11–17 % карбонатів. Леси не засолені. Вони містять близько 0,07–0,11 % солей.

Дослідна ділянка, на якій проводився експеримент, характеризується чорноземом південним, що є одним із найродючіших ґрунтів Сухого Степу. Він сформувався на ґрунтотворній породі – палевому або буро-палевому лесі, потужність якого складає 2–4 метри та багата на поживні елементи.

Процес утворення чорноземів півдня України відбувався в умовах високих температур і недостатнього зволоження, з участю ковило-типчакової рослинності. Темно-сірий відтінок ґрунту простежується на глибині до 30–50 см, а на рівні 90–120 см залягає водонепроникний горизонт білозірки, що негативно впливає на агрономічні властивості ґрунту. У верхньому орному шарі вміст гумусу становить 3,5–5 %.

Ґрунтовий покрив чорнозему південного:

Н – 0–35 см гумусно-акумулятивний горизонт;

Нр – 35–70 см гумусно-перехідний горизонт;

Ph – 70–86 см перехідний горизонт;

РК – 86–148 см карбонатний горизонт;

Рk – 148–200 см материнська ґрунтотворна порода – карбонатний лес.

Гумусовий горизонт на дослідній ділянці має потужність 55–60 см, з вмістом гумусу в орному шарі 2,15 %. Вміст загального азоту становить 0,138 %, фосфору – 0,114 %, калію – 2,7 %, а рівень pH водної витяжки дорівнює 7,2. Щільність ґрунту складає 1,44 г/см³.

Аналіз ґрунтових зразків показав відносно високий вміст основних елементів живлення та невелику солонцюватість. Вміст нітратів у верхньому шарі ґрунту становить 3,54 мг/100 г ґрунту, P_2O_5 – 5,33 мг/100 г, K_2O – 28,2 мг/100 г. Сума легкорозчинних солей складає 0,09%. Таким чином, чорнозем південний на цій ділянці має задовільні агровиробничі властивості, що при зрошенні сприятиме отриманню високих врожаїв.

3.2. Характеристика природно-кліматичних умов зони проведення дослідів

Погодні умови в регіоні Степу України, зокрема в селі Зелені Кошари Первомайського району Миколаївської області, суттєво вплинули на розвиток і врожайність соняшнику в 2023 і 2024 роках.

У 2023 році вегетаційний період соняшнику характеризувався нерівномірними погодними умовами (рис. 2.1). Упродовж весни та початку літа спостерігалися сильні температурні коливання та посухи, які мали негативний вплив на розвиток рослин. Посуха в Миколаївській області, зокрема, призвела до того, що врожайність соняшнику в регіоні не досягла максимальних значень. Незважаючи на це, загальна врожайність соняшнику в Україні залишалася досить високою, завдяки генетиці сучасних гібридів і застосуванню агротехнічних заходів захисту рослин.

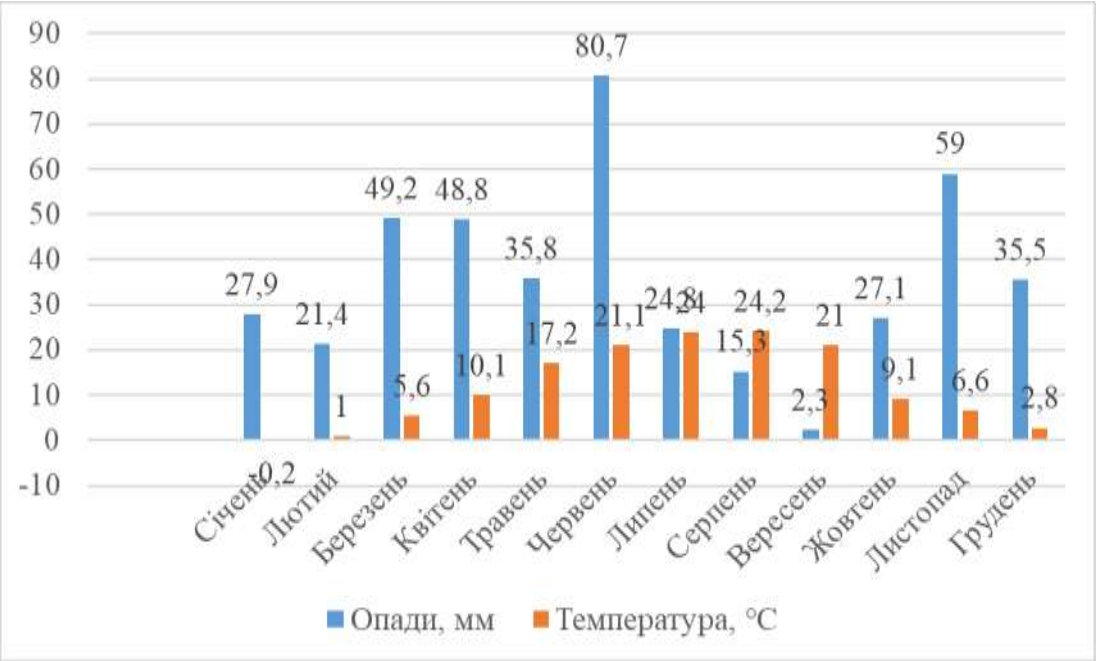
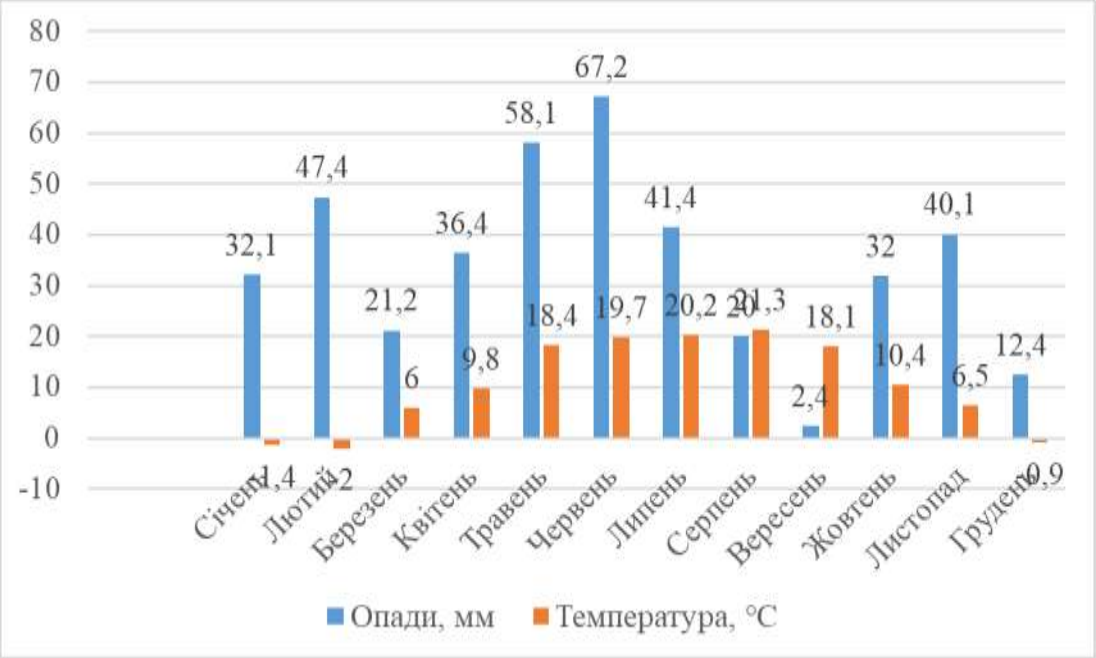


Рис. 2.1 Характеристика погодних умов 2023 року

У 2024 році погодні умови також були складними. Хоча початок весни був прохолодним і з невеликою кількістю опадів, літо принесло значне підвищення температури та тривалу посуху, що стало проблемою для рослин у ключових фазах їх росту. Висока температура і відсутність регулярних дощів призвели до зниження врожайності в регіоні.



Отже, в обох роках фермери в ДП ДГ «Зелені Кошари» стикалися з труднощами через зміни клімату, але сучасні агротехнічні методи та правильне планування допомогли зберегти частину врожаю.

3.3. Схема досліду

Для вивчення ефективності застосування мінеральних добрив і регуляторів росту на посівах соняшнику були проведені польові досліди за такою схемою:

1. Без добрив (контроль)
2. $N_{30}P_{30}$ (фон)
3. Фон + гумісол
4. Фон + емістим
5. Фон + бетоксон

Досліди закладалися наступним чином. Восени, під час основного обробітку ґрунту, вносилися мінеральні добрива. Навесні після боронування проводили розмітку дослідних ділянок. Для кожної ділянки виділяли смуги шириною 22,4 м (що відповідало 4 проходам сівалки СУПН-8). Ці смуги засівали насінням, яке попередньо не обробляли або обробляли розчинами альбіту, гумату калію-натрію з мікроелементами, а також реасилом.

Після сівби на оброблених ділянках посіви соняшнику обприскували вручну згідно з розробленою схемою. Розмір ділянок був таким: загальна площа — 89,6 м² (4 × 22,4 м), облікова площа — 46 м² (4,2 × 40 м). Досліди проводилися з трьома повтореннями для підвищення точності результатів.

3.4. Агротехніка проведення досліджень

Агротехніка проведення дослідів відповідала загальноприйнятим методикам для зони Південного Степу України, за винятком факторів, що

вивчалися окремо в межах експерименту. Всі агротехнічні заходи виконувалися згідно з рекомендаціями Інституту зрошуваного землеробства НААН.

Попередньою культурою на полі перед вирощуванням соняшнику була озима пшениця. Після її збирання проводили першу обробку ґрунту – дискування у двох напрямках на глибину 8 см. Це було зроблено для знищення післяжнивних решток та бур’янів, а також для поліпшення структури ґрунту. Повторне дискування здійснювалося на глибину 10 см для кращого подрібнення ґрунту та забезпечення рівномірного розподілу вологи.

Основний обробіток ґрунту включав оранку на глибину 25 см, що дозволило зруйнувати ущільнення та покращити проникність води і повітря. Рано навесні, після танення снігу, проводили боронування поля для збереження вологи та вирівнювання поверхні. Після цього виконували основну культивацію на глибину 12 см, що допомагало активізувати мікробіологічні процеси та підготувати ґрунт до сівби. Передпосівну культивацію здійснювали на глибину 6 см для забезпечення оптимальних умов для проростання насіння.

Перед сівбою внесли добрива для створення сприятливого фону поживних речовин у ґрунті. Сівбу соняшнику виконували широкорядним способом на глибину 5–6 см, що сприяло кращій аерації ґрунту та оптимальному розміщенню рослин.

У процесі вегетації посіви соняшнику двічі обробляли міжрядним культивуванням для боротьби з бур'янами, розпушення ґрунту та поліпшення умов аерації кореневої системи. Це допомагало підтримувати оптимальні умови для росту та розвитку соняшнику упродовж усього сезону.

Збирання врожаю здійснювалося за допомогою зернового комбайна Claas, обладнаного спеціальною шестиметровою жниваркою для соняшника. Через невеликий розмір облікової ділянки (4,2 × 40 м), насіння під час збору збирали не в бункер, а в мішки, прикріплені до відкритого днища транспортера. Після збору насіння з ділянок брали зразки для визначення вологості насіння та якості олійної сировини.

3.5. Методика проведення досліджень

У ході дослідів проводилися такі спостереження та дослідження:

1. Вміст рухливих форм елементів живлення. Відбір ґрунтових зразків здійснювався з двох несуміжних повторів, з трьох точок у шарі ґрунту 0–30 см та на різних етапах розвитку соняшнику: фаза 3–5 справжніх листків, фаза бутонізації та фаза цвітіння. Проби відбирали вибірково для різних варіантів досліду. У відібраних зразках визначали вміст нітратного азоту за допомогою іоноселективного електрода (відповідно до ГОСТ 26951-84), аміачного азоту з реактивом Несслера, рухомого фосфору за методом Мачигіна (ГОСТ 26205-84), а також обмінного калію з використанням полум'яного фотометра у вуглеамонійній витяжці (ГОСТ 26205-84).

2. Урожай соняшнику. Оцінка врожаю проводилася на всіх ділянках дослідів вручну шляхом зрізання кошиків та подальшого обмолоту для визначення врожайності.

3. Якість урожаю. Аналіз насіння проводився за вмістом жиру відповідно до методу Рушковського.

4. Економічна ефективність використання добрив. Ефективність розраховувалася на основі вартісних показників із застосуванням технологічних карт вирощування соняшнику. Для розрахунків використовувалися ціни на зерно, актуальні для другої половини 2024 року.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Динаміка вмісту елементів мінерального живлення в ґрунті залежно від факторів, що вивчалися

Мінеральне живлення рослин — це складний і багатоступеневий процес, що включає взаємодію між атмосферними, ґрунтовими умовами та рослинами. Ця взаємодія відбувається як безпосередньо, так і через численні біотичні та абіотичні фактори.

Класична фізіологія живлення рослин ґрунтується на обмінно-іонних процесах, при яких рослини поглинають елементи живлення з водного розчину солей, що дисоціюють у ґрунті. Цей механізм є базовим і визнаним, але сьогодні увага приділяється й іншим шляхам засвоєння поживних речовин, наприклад, через листя шляхом обприскування.

Процес живлення є багатофункціональним, оскільки біологічні системи, включно з рослинними угрупованнями (фітоценозами), мають складну структуру. Тому важливо розглядати синергізм між різними елементами живлення для оптимізації росту.

У межах дослідження було визначено, як внесення мінеральних добрив і їхня взаємодія з комплексними препаратами впливає на поживний режим. Зокрема, увага була зосереджена на азоті та фосфорі, оскільки ґрунти півдня України зазвичай насичені калієм, і калійні добрива є менш ефективними в цих умовах. Спостереження проводилися в шарі ґрунту 0–30 см, де розташована основна маса кореневої системи рослин. Результати показали, що рівень легкогідролізованого азоту в цьому шарі є низьким, що підкреслює необхідність правильного управління азотним живленням (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка вмісту легкогідролізованого азоту в орному шарі ґрунту дослідної ділянки, мг/100 г ґрунту

Варіант досліду	Фаза розвитку культури		
	Сходи	Початок формування кошику	Цвітіння
2023 рік			
Без добрив (контроль)	1,98	2,52	2,03
$N_{30}P_{30}$ (фон)	3,41	3,56	2,99
Фон + гумісол	4,28	4,60	3,80
Фон + емістим	4,28	4,46	3,32
Фон + бетоксон	4,28	3,33	3,40
$НІР_{05}$	*0,39*	*0,57*	*0,31*
2024 рік			
Без добрив (контроль)	0,96	1,22	1,09
$N_{30}P_{30}$ (фон)	2,99	3,41	1,02
Фон + гумісол	3,88	1,71	2,98
Фон + емістим	3,88	2,24	3,68
Фон + бетоксон	3,88	2,37	3,98
$НІР_{05}$	*0,41*	*0,54*	*0,39*
Середнє за 2023–2024 рр.			
Без добрив (контроль)	2,25	1,87	1,56
$N_{30}P_{30}$ (фон)	3,49	3,49	2,01
Фон + гумісол	4,44	3,16	3,39
Фон + емістим	4,37	3,35	3,50
Фон + бетоксон	3,79	2,85	3,69

Аналіз даних показує, що протягом років досліджень спостерігаються значні розбіжності у вмісті легкогідролізованого азоту як за абсолютними показниками, так і в залежності від варіантів експерименту. Проте загальна

тенденція залишається стабільною: на початку сівби вміст азоту низький, досягає піку на стадії формування кошика, а до кінця вегетаційного періоду він поступово зменшується.

Якщо звести показники в середнє значення за всі роки, можна помітити певні особливості динаміки азоту. Ці особливості краще видно при побудові графіка, де зміна рівня азоту демонструє закономірну поведінку протягом всього вегетаційного періоду (рис. 4.1).

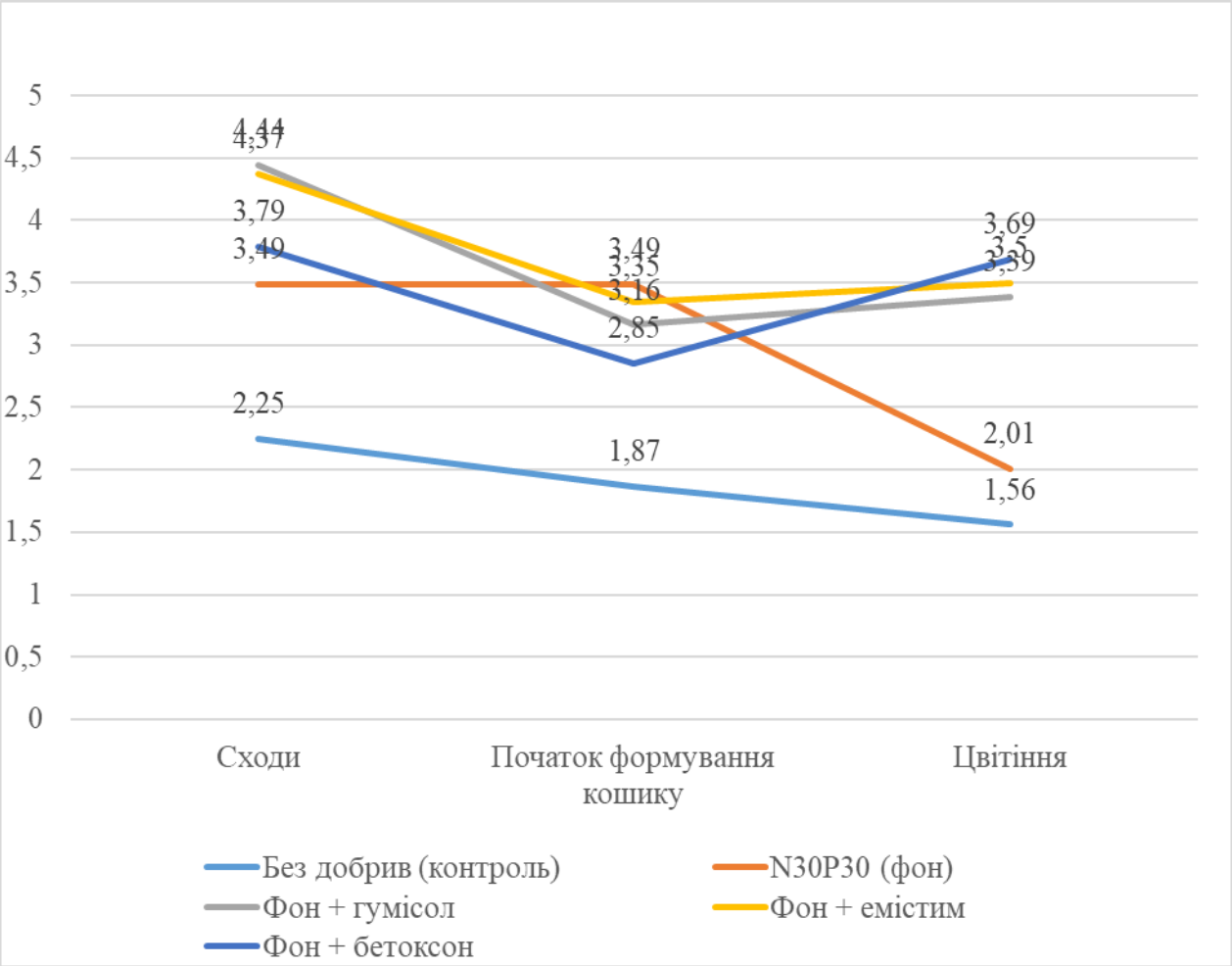


Рис. 4.1 Динаміка вмісту легкогідролізованого азоту в орному шарі ґрунту дослідної ділянки, мг/100 г ґрунту (середнє за 2023-2024 рр.)

Аналіз отриманих даних показує, що динаміка змін вмісту легкогідролізованого азоту залежить від використання мінеральних добрив та стимуляторів росту. На ділянках без добрив спостерігається класична картина:

максимум азоту на початку формування кошика і поступове зниження до кінця вегетації. На ділянках із внесенням добрив ($N_{30}P_{30}$) вміст азоту зменшувався рівномірно протягом усього періоду, що свідчить про більш інтенсивне споживання азоту рослинами.

Ці зміни пояснюються тим, що удобрені ділянки створюють сприятливіші умови для нагромадження біомаси, оскільки рослини використовують більше азоту для свого росту. Також цікавим є той факт, що втрати азоту були найменшими при застосуванні багатофункціональних препаратів, таких як Альбіт (втрати 11,8 %), Реасил (втрати 10,3 %) та Гумат (8,9 %), у порівнянні з контрольними ділянками без препаратів (14,0 %). Це підкреслює ефект синергізму між добривами і стимуляторами росту, що дозволяє підвищити ефективність використання азоту та зменшити його втрати.

Отже, поєднання мінеральних добрив з росторегулюючими препаратами може значно підвищити ефективність живлення рослин, що важливо для оптимізації агротехнологій.

Фосфор є одним із ключових елементів живлення рослин, особливо важливим на початкових етапах вегетації. Дефіцит фосфору на ранніх стадіях розвитку рослин не може бути повністю компенсований його внесенням у пізніші фази. Навіть якщо пізніше додати фосфор, це може спричинити негативні наслідки для рослин, оскільки вони не встигають адаптуватися до змін. Тому забезпечення достатньої кількості фосфору під час сівби є критично важливим.

Фосфор впливає на стійкість рослин до несприятливих умов, зокрема до нестачі вологи, оскільки він підвищує вміст вільної та зв'язаної води в клітинах. Це дозволяє рослинам краще переносити посуху, підвищує в'язкість та еластичність протоплазми. Крім того, фосфор підвищує стійкість рослин до низьких температур, що підтверджено численними дослідженнями.

Щодо його вмісту в ґрунті, фосфор є менш динамічним елементом у порівнянні з азотом. Упродовж вегетаційного сезону рівень фосфору може змінюватися лише на 0–6 %, що робить його стабільнішим в умовах

природного середовища. Як і у випадку з азотом, фосфор взаємодіє з іншими елементами живлення та росторегулюючими препаратами, демонструючи синергетичний ефект, що підвищує загальну ефективність мінерального живлення рослин.

Таким чином, фосфор відіграє ключову роль у підтриманні здорового росту та розвитку рослин, підвищуючи їх стійкість до стресових факторів і забезпечуючи кращі умови для зростання.

Аналіз таблиці 2 показує динаміку вмісту рухомого фосфору в орному шарі ґрунту (мг/100 г ґрунту) для різних варіантів досліду на різних фазах розвитку соняшнику упродовж 2023–2024 рр.

Таблиця 2

Динаміка вмісту рухомого фосфору в орному шарі ґрунту дослідної ділянки, мг/100 г ґрунту (середнє за 2023-2024 рр.)

Варіант досліду	Фаза розвитку культури		
	Сходи	Початок формування	Цвітіння
Без добрив (контроль)	6,0	6,2	5,7
$N_{30}P_{30}$ (фон)	6,8	7,0	6,4
Фон + гумісол	7,7	7,9	7,2
Фон + емістим	7,7	8,0	7,4
Фон + бетоксон	7,7	8,2	7,4

У контрольному варіанті на фазі сходів вміст фосфору становить 6,0 мг/100 г ґрунту, трохи підвищується до 6,2 мг/100 г на початку формування кошика, а потім зменшується до 5,7 мг/100 г на фазі цвітіння. Це вказує на те, що за відсутності добрив кількість фосфору незначно зростає під час активного росту, але зменшується до кінця вегетації.

Внесення добрив підвищує вміст фосфору порівняно з контролем. Зокрема за внесення $N_{30}P_{30}$ у фазі сходів показник становить 6,8 мг/100 г, піднімається до 7,0 мг/100 г на початку формування кошика, і знову знижується

до 6,4 мг/100 г на етапі цвітіння. Це свідчить про позитивний вплив добрив на фосфорне живлення рослин, але тенденція зниження вмісту фосфору до кінця вегетації зберігається.

Поєднання мінеральних добрив із препаратом альбіт підвищує вміст фосфору у всіх фазах розвитку: 7,7 мг/100 г на сходах, 7,9 мг/100 г на початку формування кошика та 7,2 мг/100 г на фазі цвітіння. Це свідчить про додатковий вплив альбіту, який сприяє кращому засвоєнню фосфору рослинами. Внесення фон + гумат також має високий рівень фосфору, з максимальним показником 8,0 мг/100 г на фазі формування кошика. У фазі цвітіння рівень фосфору знижується до 7,4 мг/100 г. Це показує, що гумат дещо ефективніше підтримує рівень фосфору на пізніх етапах розвитку.

Найвищі показники вмісту фосфору спостерігаються у варіанті фон + реасил. На сходах рівень фосфору становить 7,7 мг/100 г, на початку формування кошика підвищується до 8,2 мг/100 г, і на фазі цвітіння залишається стабільно високим – 7,4 мг/100 г. Це свідчить про найефективніший вплив реасилу на підтримку рівня фосфору в ґрунті.

Загалом, внесення добрив у поєднанні з рістрегулюючими препаратами сприяє значному підвищенню вмісту рухомого фосфору в ґрунті, порівняно з контролем. Найбільш ефективним виявився варіант із застосуванням реасилу, що демонструє найвищі показники на всіх етапах розвитку культури.

4.2. Насіннєва продуктивність соняшника

Усі сільськогосподарські культури вирощують з метою отримання основної та побічної продукції. Основна продукція соняшника — це насіння, яке використовується для виробництва олії. Урожайність соняшника визначається багатьма чинниками, в тому числі тими, що досліджувались у нашому експерименті. Рівень врожаю є інтегрованим показником всіх взаємодій умов вирощування, і його аналіз дозволяє підтвердити або спростувати попередні гіпотези.

Аналіз урожайності соняшника упродовж двох років досліджень показав, що різні варіанти обробки посівів біопрепаратами призвели до відмінностей у реакції гібридів на застосовані технології вирощування. Особливо чітко це проявлялося в роки з нестандартними погодними умовами, зокрема за кількістю опадів та сумою позитивних температур.

Дослідження показали, що врожайність соняшника значно залежала від використаних рістрегуляторів. Дані, наведені в таблиці 3, свідчать про те, що оптимізація живлення суттєво вплинула на рівень врожайності. Використання біопрепаратів у поєднанні з мінеральними добривами забезпечувало кращий ріст рослин, їхню стійкість до стресових факторів та збільшення врожайності насіння.

Таблиця 3

Урожайність насіння соняшника залежно від норми мінеральних добрив та рістрегулюючих препаратів, т/га

Варіант досліду	2023 рік	2024 рік	Середнє за 2023–2024 рр.	Прибавка	
				т/га	%
Без добрив (контроль)	2,55	1,05	1,80	–	–
$N_{30}P_{30}$ (фон)	2,76	1,37	2,07	0,27	15
Фон + гумісол	2,85	1,45	2,15	0,35	19
Фон + емістим	3,20	1,61	2,41	0,61	34
Фон + бетоксон	3,68	1,79	2,74	0,94	52
$НІР_{05}$	*0,14*	*0,11*			

Упродовж років досліджень найнижчі врожаї соняшника були отримані на контрольному варіанті, де не застосовували ні регуляторів росту, ні мінеральних добрив. Урожайність на цьому варіанті значно залежала від кліматичних умов. Так, у 2024 році, коли погодні умови були екстремальними, урожайність склала лише 1,05 т/га, тоді як у 2023 році, завдяки кращим погодним умовам, вона підвищилась до 2,55 т/га.

Внесення мінеральних добрив ($N_{30}P_{30}$) під основний обробіток ґрунту

восени підвищило врожайність в середньому на 15 % за два роки, додавши додатково 0,27 т/га насіння. У 2023 році врожайність на цьому варіанті досягла 2,76 т/га, що перевищило показники 2024 року на 0,32 т/га. У 2024 році також спостерігалося підвищення врожайності на 0,21 т/га, але через несприятливі погодні умови воно було меншим, ніж у 2023 році (10 %).

Цікаві результати були отримані при використанні регуляторів росту під час передпосівної обробки насіння. Внесення препарату Гумісол збільшило врожайність на 0,35 т/га порівняно з контролем. Обробка насіння Емістимом та Бетоксоном дозволила досягти врожайності 2,41 та 2,74 т/га відповідно. У відсотковому відношенні це збільшення становило: 19 % для Гумісолу, 34 % для Емістиму та 52 % для Бетоксону.

Таким чином, результати досліджень підтверджують, що врожай соняшника сильно залежить від погодних умов. У посушливі роки внесення мінеральних добрив є менш ефективним, однак їх поєднання з обробкою насіння регуляторами росту дає синергетичний ефект. Навіть у несприятливих умовах 2024 року використання регуляторів росту забезпечувало значне збільшення врожайності. За підсумками двох років досліджень, найвищі врожаї були отримані при використанні Бетоксону (2,74 т/га) та Емістиму (2,41 т/га).

4.3. Показники якості насіння соняшнику залежно від досліджуваних факторів

Структурний аналіз генеративних органів соняшника дають можливість зрозуміти структуру формування урожаю і знайти показники які є визначальними для одержання того чи іншого рівня урожаю. Для повноти цих аналізів визначали такі показники як діаметр кошика, кількість кошиків на одиниці площі, кількість насінин у кошику, маса 1000 насінин.

Дослідженнями визначено позитивний вплив мінеральних добрив і рістрегулюючих препаратів на елементи структури врожаю соняшника (табл. 4).

Таблиця 4

Елементи структури врожаю соняшника в залежності від мінеральних добрив і рістрегулюючих препаратів (середнє за 2023–2024 рр.)

Варіант досліду	Діаметр кошика, см	Кількість, шт.		Маса, г	
		кошиків на 1 м^2	насінин у кошику	насінин з 1 кошика	1000 насінин
Без добрив (контроль)	16,4	4,5	730	40,6	55,5
$N_{30}P_{30}$ (фон)	18,4	4,7	857	48,9	56,9
Фон + гумісол	18,8	4,2	886	50,6	56,9
Фон + емістим	19,1	4,5	881	50,9	57,6
Фон + бетоксон	19,6	4,6	895	52,1	57,6

Діаметр кошика у контрольному варіанті (без добрив) становив 16,4 см. При внесенні добрив ($N_{30}P_{30}$) та додаткових препаратів, він збільшувався до 19,6 см у варіанті з бетоксоном. Це свідчить про позитивний вплив добрив і препаратів на ріст рослин.

Кількість кошиків на 1 м² варіювалася від 4,2 до 4,7 шт., зокрема, найбільший показник (4,7 шт.) зафіксований у варіанті з добривами $N_{30}P_{30}$, тоді як найменший – у варіанті з гумісолом.

Кількість насінин у кошику зросла з 730 шт. у контрольному варіанті до 895 шт. при застосуванні бетоксону. Це свідчить про те, що рістрегулюючі препарати сприяють збільшенню кількості насінин.

Маса насіння з одного кошика збільшувалася пропорційно кількості насінин: від 40,6 г (контроль) до 52,1 г у варіанті з бетоксоном.

Маса 1000 насінин показала незначні коливання — від 55,5 г у контрольному варіанті до 57,6 г у варіантах з емістимом і бетоксоном, що підтверджує генетично детерміновану стабільність цього показника.

Таким чином, таблиця показує, що мінеральні добрива та рістрегулюючі препарати позитивно впливають на основні елементи структури врожаю, зокрема на діаметр кошика, кількість і масу насінин у кошику. Найбільший

ефект спостерігався при застосуванні бетоксону.

Особливо важливим елементом оцінки якості продукції соняшника є показники якості олійної сировини. Якість включає в себе низку фізичних та хімічних характеристик. До фізичних показників належать: панцирність, лушпинність, крупність та об'ємна маса. Хімічні показники включають: вміст жиру в сім'янках і ядрах, вміст протеїну в насінні та шроті, вміст олеїнової кислоти, співвідношення амінокислот, а також кислотне та йодне число олії.

У своєму досліді ми вивчали два фізичні показники (об'ємна маса та лушпинність насіння) та два хімічні (вміст жиру та вміст олеїнової кислоти в олії). Саме на цих показниках можна одержати різницю, яка буде характеризувати якість олійної сировини (табл. 5).

Таблиця 5

Господарськоцінні ознаки насіння соняшника в залежності від мінеральних добрив та препаратів, (середнє за 2023–2024 рр.)

Варіант досліду	Лушпинність, %	Об'ємна маса насіння, г/л
Без добрив (контроль)	21,4	475
$N_{30}P_{30}$ (фон)	21,5	458
Фон + гумісол	21,8	462
Фон + емістим	21,7	472
Фон + бетоксон	21,2	484

Як бачимо, лушпинність була майже однаковою у всіх випадках і не одержано не одного випадку достовірності, хіба що доказано зменшення лушпинності при внесенні Бетоксону на фоні $N_{30}P_{30}$.

Теж саме можна сказати і про натуру насіння, яка в жодному з варіантів не відрізнялась на величину, більшу за $НІР_{05}$.

Водночас, абсолютно інший характер залежності було відмічено нами при аналізі хімічних показників якості насіння соняшника (табл. 6).

Таблиця 6

Вміст сирого жиру в насінні соняшнику та олеїнової кислоти в олії залежно від мінеральних добрив і препаратів (середні за 2023–2024 рр.)

Варіант досліду	Вміст сирого жиру, %		Частина олеїнової кислоти в олії, %
	у сім'янках	у ядрах	
Без добрив (контроль)	44,3	55,5	72,1
$N_{30}P_{30}$ (фон)	42,8	52,7	72,1
Фон + гумісол	43,5	53,2	74,2
Фон + емістим	46,0	56,9	75,0
Фон + бетоксон	45,8	56,9	76,2

У наших дослідженнях вміст жиру як у сім'янках, так і в ядрах виявився нижчим, ніж зазвичай спостерігається у кращих гібридів. Згідно з науковою літературою, за сприятливих умов у ядрах накопичується 65–68% жиру, а в сім'янках – 48–56 % [44–49].

Дослідження показали негативний вплив добрив на вміст жиру. Так, у варіанті без добрив вміст жиру в сім'янках становив 44,3 %, а при застосуванні дози $N_{30}P_{30}$ цей показник знизився на 0,8 %. Ця різниця є статистично достовірною.

Одночасно було доведено позитивний вплив рістрегулюючих препаратів на вміст жиру: Емістим підвищив його на 3,5 %, а Бетоксон – на 3,1 %.

Соняшникова олія відрізняється високим вмістом олеїнової кислоти. Звичайні сорти й гібриди соняшника забезпечують олію з 65–70 % олеїнової кислоти, а нові високоолеїнові форми містять її від 80 до 90 %. Найціннішою є олія з максимальним вмістом олеїнової кислоти. Оскільки досліджуваний гібрид Драган є звичайним, його олія містить понад 70 % олеїнової кислоти. Варто зазначити, що застосування добрив і препаратів сприяє підвищенню вмісту цієї поліненасиченої кислоти, що покращує якість олії.

Таким чином, можна зробити очевидний висновок, що мінеральні добрива і рістрегулюючі препарати не тільки сприяють підвищенню

урожайності соняшника, але й позитивно впливають на якість олійної сировини. Це підтверджується не лише результатами наших досліджень, але й дослідженнями інших науковців, зокрема О.І. Полякова [50], який також відзначав покращення таких показників, як вміст жиру та олеїнової кислоти. Внесення добрив та препаратів допомагає підвищити частку високоякісних компонентів олії, таких як олеїнова кислота, що робить продукцію більш цінною на ринку. Важливо також зазначити, що правильний підбір та застосування агрохімічних засобів сприяє загальному покращенню якості врожаю, що має значний економічний ефект для агровиробників.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ

При впровадженні у виробництво технологій, що забезпечують підвищення врожайності сільськогосподарських культур, одним із ключових показників їх ефективності є економічна оцінка. Особливої актуальності цей показник набуває в умовах ринкової економіки, оскільки товаровиробникам необхідно забезпечувати такі умови виробництва, які відповідають вимогам конкретних культур і є прийнятними з точки зору фінансових витрат для господарств з різними рівнями економічного розвитку та агрокультури.

Ефективне виробництво значною мірою залежить від вибору оптимальної технології, яка повинна бути спрямована на збереження родючості ґрунту. Високий рівень родючості сприяє реалізації біологічного потенціалу культури, що дозволяє не лише підвищити врожайність, але й знизити собівартість виробництва і скоротити енерговитрати. Це, в свою чергу, сприяє збільшенню прибутковості господарства і підвищенню загальної економічної стійкості підприємства.

Економічну ефективність технологічних елементів, що використовуються при вирощуванні сільськогосподарських культур, обчислюють за технологічними картами. У таких картах враховуються всі етапи виробництва: від підготовки ґрунту і посіву до внесення добрив, захисту рослин і збору врожаю. Також важливим є аналіз витрат на оплату праці та технічне забезпечення, особливо в умовах прогнозованих цін на третій і четвертий квартали 2024 року. Для розрахунку економічної ефективності вартість 1 тонни насіння соняшнику приймалася як 10 000 грн.

Одним із завдань наших досліджень було визначення економічної ефективності та рівня рентабельності різних способів застосування регуляторів росту при вирощуванні соняшнику (табл. 7).

Таблиця 7

Економічна оцінка елементів технології вирощування соняшнику (середнє за 2023–2024 рр.)

Варіанти досліду	Урожайність насіння, т/га	Вартість валової продукції, грн/га	Витрати, грн/га	Умовно-чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Без добрив (контроль)	1,80	18000	11350	6650	59
$N_{30}P_{30}$ (фон)	2,07	20700	14000	6700	48
Фон + гумісол	2,15	21500	14500	7000	48
Фон + емістим	2,41	24100	14600	9500	65
Фон + бетоксон	2,74	27400	14700	12700	86

Економічна ефективність різних варіантів вирощування соняшнику показує помітні відмінності залежно від використання добрив і стимуляторів росту. У контрольному варіанті, де не використовували добрив, урожайність є найнижчою (1,80 т/га), що призводить до мінімальної вартості валової продукції – 18 000 грн/га. Водночас, виробничі витрати в цьому варіанті також є найнижчими – 11 350 грн/га, що забезпечує умовно-чистий прибуток у розмірі 6 650 грн/га та рівень рентабельності на рівні 59%.

У варіантах з використанням добрив та біопрепаратів спостерігається зростання як урожайності, так і вартості валової продукції. Наприклад, за застосування мінеральних добрив $N_{30}P_{30}$ врожайність підвищується до 2,07 т/га, що збільшує вартість валової продукції до 20 700 грн/га. Витрати при цьому також зростають до 14 000 грн/га, але чистий прибуток залишається на рівні контрольного варіанту – 6 700 грн/га, а рівень рентабельності дещо знижується до 48 %.

Застосування стимуляторів росту, таких як гумісол, емістим або бетоксон,

дозволяє досягти більш високих показників врожайності та прибутковості. Наприклад, при використанні гумісолу врожайність підвищується до 2,15 т/га, вартість валової продукції досягає 21 500 грн/га, а умовно-чистий прибуток зростає до 7 000 грн/га. При застосуванні емістиму врожайність підвищується до 2,41 т/га, що забезпечує чистий прибуток у розмірі 9 500 грн/га і рентабельність 65 %. Найвищий рівень рентабельності – 86 % – досягається при використанні бетоксону, коли врожайність сягає 2,74 т/га, а умовно-чистий прибуток становить 12 700 грн/га.

Загалом, використання біопрепаратів та добрив позитивно впливає на економічні показники вирощування соняшнику, підвищуючи як врожайність, так і рентабельність виробництва, порівняно з контрольним варіантом без добрив.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Організація охорони праці та моделювання виробничих ризиків при внесенні мінеральних добрив і регуляторів росту на посівах соняшнику

Організація умов і заходів з охорони праці під час внесення мінеральних добрив і регуляторів росту на посівах соняшнику є важливим аспектом забезпечення безпечного виробничого процесу. Кожен керівник господарства несе відповідальність за створення таких умов, які мінімізують ризики травматизму та виникнення небезпечних ситуацій. Особлива увага повинна приділятися попередженню ризиків, пов'язаних з використанням агрохімікатів, оскільки їх застосування може становити небезпеку як для працівників, так і для навколишнього середовища.

Основні заходи з охорони праці під час внесення добрив і регуляторів росту:

1. **Контроль стану обладнання та техніки**:
   - Необхідно забезпечити регулярний технічний огляд сільськогосподарської техніки, обладнання для внесення регуляторів росту та добрив. Особливу увагу слід приділити справності насосів для перекачування робочих розчинів, герметичності з'єднань труб та інших елементів системи.
   - У разі виявлення несправностей слід негайно припинити роботу і провести необхідний ремонт.
2. **Дотримання техніки безпеки**:
   - Працівники повинні виконувати роботи суворо за технологічними інструкціями. Перед початком робіт необхідно провести інструктаж з техніки безпеки та охорони праці, зокрема щодо роботи з хімічними речовинами.

- Роботи повинні виконуватися в погодних умовах, що відповідають вимогам безпеки. Наприклад, при швидкості вітру понад 4 м/с або в дощ заборонено проводити обприскування, особливо поблизу населених пунктів.

3. **Застосування засобів індивідуального захисту (ЗІЗ)**:

- Усі працівники, що працюють із регуляторами росту та мінеральними добривами, зобов'язані використовувати ЗІЗ – захисні окуляри, респіратори, спецодяг, рукавички, чоботи. Використання ЗІЗ значно знижує ризик контакту з небезпечними речовинами.
- Керівники виробничих ділянок повинні контролювати наявність та правильність використання ЗІЗ під час виконання робіт.

4. **Медичний огляд та профілактика**:

- Працівники повинні регулярно проходити медичний огляд, що дозволяє виявляти можливі негативні впливи хімічних речовин на організм.
- У місцях роботи з хімічними речовинами необхідно забезпечити наявність аптечок першої допомоги, а також засобів для екстреного очищення шкіри і дихальних шляхів.

5. **Раціональне використання техніки та зберігання небезпечних речовин**:

- Техніка повинна використовуватися відповідно до рекомендацій виробників та чинних норм безпеки. Важливо уникати перенавантаження обладнання, яке може призвести до поломок або аварійних ситуацій.
- Мінеральні добрива і регулятори росту слід зберігати на спеціально відведених і обладнаних майданчиках, з дотриманням правил пожежної безпеки та екологічних стандартів.

6. **Централізоване приготування робочих розчинів**:

- Для мінімізації ризиків під час приготування робочих розчинів рекомендується використовувати змішувачі, розташовані на бетонних майданчиках із системою відведення залишків хімічних речовин. Розчини слід транспортувати в закритих ємностях, що забезпечує захист від витоків і контакту з навколишнім середовищем.

- Всі етапи внесення добрив і регуляторів росту повинні бути максимально механізовані, що знижує необхідність ручної праці та контактів працівників з небезпечними речовинами.

7. **Розробка та впровадження інструкцій з безпеки праці**:

- На кожному етапі робіт, пов'язаних із внесенням агрохімікатів, повинні бути розроблені та розміщені на видних місцях інструкції з охорони праці. Працівники повинні бути ознайомлені з ними та дотримуватися рекомендацій під час виконання робіт.

Моделювання виробничих небезпек під час внесення регуляторів росту:

Небезпечні умови (НУ):

НУ1: Несправність насоса для перекачування робочого розчину (РМД) може призвести до витоків хімічних речовин і забруднення навколишнього середовища.

НУ2: Внесення хімічних речовин при швидкості вітру понад 4 м/с, особливо поблизу населених пунктів (менше 500 м), може спричинити занесення розпиленого розчину на прилеглі території.

НУ3: Несправність з'єднань труб або обладнання для перекачування РМД може призвести до витоків, що створює загрозу для працівників та навколишнього середовища.

Небезпечні дії (НД):

НД1: Тракторист почав ремонт насоса без використання ЗІЗ, що збільшує ризик контакту з хімічними речовинами та отруєння.

НД2: Внесення добрив за допомогою авіації при несприятливих погодних умовах (високий вітер або дощ), що підвищує ризик розпилення хімікатів на прилеглі території.

НД3: Куріння біля місць зберігання або використання хімічних речовин може спричинити пожежу або вибух.

Небезпечні ситуації (НС):

НС1: Пари РМД потрапляють у дихальні шляхи тракториста, що може спричинити отруєння або опіки дихальних шляхів.

НС2: Розпилені вітром РМД заносяться на територію населеного пункту, потрапляючи на шкіру людей і викликаючи опіки або алергічні реакції.

НС3: Займання цистерни з добривами через необережне поводження або несправність обладнання.

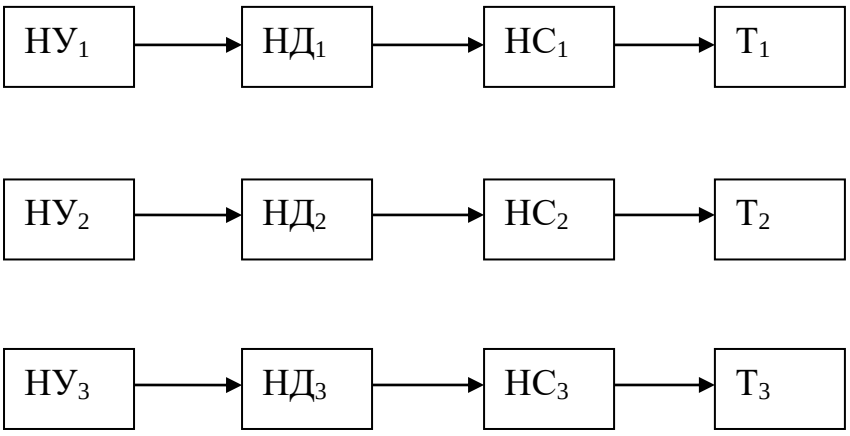
Травми (Т):

Т1: Отруєння або опіки дихальних шляхів через потрапляння парів РМД.

Т2: Опіки або алергічні висипи на шкірі через контакт із хімічними речовинами.

Т3: Опіки, спричинені займанням або вибухом під час роботи з агрохімікатами.

Графічне зображення моделі виробничих небезпек.



Виконання наведених заходів значно знизить ризики виробничого травматизму, підвищить продуктивність праці та поліпшить загальний стан охорони праці на підприємстві.

6.2. Охорона навколишнього середовища при застосуванні мінеральних добрив і регуляторів росту

Застосування мінеральних добрив і регуляторів росту відіграє важливу роль у забезпеченні високої продуктивності сільськогосподарських культур.

Однак їх неправильне або надмірне використання може мати серйозні негативні наслідки для природного середовища.

Основні екологічні проблеми, пов'язані з використанням мінеральних добрив:

1. **Забруднення водних ресурсів.** Надлишок азотних та фосфорних добрив може потрапляти до ґрунтових та поверхневих вод, спричиняючи евтрофікацію, що призводить до швидкого зростання водоростей і зменшення кисню у воді. Це негативно впливає на водні екосистеми.
2. **Погіршення стану ґрунтів.** Тривале використання хімічних добрив може призвести до підвищення кислотності ґрунту, зниження його родючості, порушення мікрофлори і зменшення гумусу.
3. **Викиди парникових газів.** Використання азотних добрив сприяє виділенню в атмосферу оксидів азоту, які є парниковими газами і сприяють зміні клімату.

Екологічні ризики при використанні регуляторів росту: Регулятори росту, як і добрива, впливають на розвиток рослин. Хоча більшість з них є безпечними для навколишнього середовища, їх надмірне застосування може призвести до негативних наслідків, таких як порушення балансу екосистеми, вплив на корисні організми та потенційне забруднення водних джерел.

Заходи для мінімізації впливу на навколишнє середовище:

1. Оптимізація дозування добрив і регуляторів росту, відповідно до агрохімічного аналізу ґрунтів.
2. Використання екологічно чистих біологічних добрив і органічних методів стимуляції росту рослин.
3. Створення буферних зон між сільськогосподарськими угіддями та водними ресурсами для зменшення ризику забруднення.

Застосування цих заходів допоможе зберегти природне середовище, зменшити негативний вплив агрохімічних речовин і забезпечити сталий розвиток аграрного сектору.

ВИСНОВКИ

1. Роки дослідження різнились між собою як за окремими гідрометеорологічними показниками, так і за їх співвідношенням та перебігом упродовж вегетації. За комплексною оцінкою 2023 рік можна віднести до несприятливих, а 2024 – це складний для оцінки рік з наявністю стресових коливань.

2. Мінеральні добрива і препарати сприяють зростанню засвоєння азоту і фосфору, результатом чого є зменшення вмісту цих елементів в орному шарі ґрунту впродовж вегетації культури (на 2–6 %).

3. Комплексне застосування мінеральних добрив і багатофункціональних препаратів дозволяє досягти синергетичного ефекту, що полягає в зростанні загального виносу поживних елементів водночас з суттєвою економією, яка досягає в окремих випадках 7%.

4. Дослідження показали, що застосування мінеральних добрив та регуляторів росту істотно впливає на урожайність соняшника. Найвищі показники були отримані при використанні рістрегуляторів Бетоксону та Емістиму. У 2024 році, коли погодні умови були несприятливими, врожайність соняшника була нижчою, однак використання препаратів дозволило компенсувати негативний вплив кліматичних факторів. Таким чином, поєднання мінеральних добрив і рістрегуляторів значно покращує продуктивність, особливо в умовах стресу, таких як посуха.

5. Добрива та рістрегулюючі препарати впливають не тільки на підвищення урожайності соняшника, але й сприяють формуванню якісних показників. Лушпинність і об'ємна маса залишаються майже незмінними, однак вміст жиру дещо знижується під впливом добрив, тоді як застосування рістрегулюючих препаратів значно підвищує цей показник.

6. Використання мінеральних добрив та біопрепаратів не лише підвищує врожайність, але й значно впливає на економічні показники вирощування

соняшника. Найвищий рівень рентабельності (86 %) був досягнутий при застосуванні Бетоксону, що забезпечило максимальний умовно-чистий прибуток. Водночас контрольний варіант, де не використовувалися ні добрива, ні препарати, показав найнижчу урожайність і рентабельність. Це свідчить про важливість використання агрохімічних засобів для підвищення економічної ефективності вирощування соняшника.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Криленко В. І. Оцінка сільськогосподарської складової аграрного сектора у забезпеченні економічної безпеки України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв, 2014. Вип.1 (77). С. 49–57.

2. Єщенко В. О. Місце науково обгрунтованих сівозмін у сучасному землеробстві. Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань, 2014. №2. С.3–6.

3. Офіційний сайт Державного комітету статистики України: URL: http://ukrstat.gov.ua.

4. Гончаров А. Найчастіше – гірше. Соняшник та родючість ґрунту. Зерно, 2016. №9. З. 30 – 44.

5. Ракітіна Т.М. Вплив мінеральних добрив на продуктивність соняшнику в умовах південного чорнозему Одеської обл. Дис. на канд. с.-г. наук. Одеса, 1975. 155 с.

6. Городній М.Г. Олійні та ефіроолійні культури. К.: Урожай, 1970. 140 с.

7. Коновалов І.І. Споживання поживних речовин із ґрунту соняшником у зв'язку з утворенням органічної речовини. Київ, 1969. 108 с.

8. Маслак О. Привабливість олійних культур. Економічний гектар, 2015. №22. С.

9. Балюк С. А., Кучер А. В., Максименко Н. В. Ґрунтові ресурси України: стан, проблеми і стратегія сталого управління. Український географічний журнал. 2021. № 2. С. 3–11. https://doi.org/10.15407/ugz2021.02.003

10. Bohaienko V., Gladky A., Romashchenko M., Matiash T. Identification of fractional water transport model with ψ-Caputo derivatives using particle swarm optimization algorithm. Applied Mathematics and Computation. 2021. 390. 125665.

11. Kucher A., Kucher L., Taratula R., Dudych L. Formation of sustainable competitiveness of enterprises on soils of different quality. International Journal of

Information Systems in the Service Sector. 2021. Vol. 13. Is. 3. Pp. 49–64. https://doi.org/10.4018/IJISSS.2021070104.

12. Риженко А. С. Формування урожайності соняшнику в північній частині Лісостепу України залежно від густоти стояння рослин. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2020. Вип. 28. С. 112–121.

13. Кириченко В. В., Коломацька В. П., Маляк К. М., Сивенко В. І. Виробництво соняшнику в Україні: стан і перспективи. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2010. Вип. 7. С. 281–287.

14. Коваленко О. О. Продуктивність гібридів соняшнику залежно від строків сівби та густоти стояння рослин в північній підзоні Степу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 „Рослинництво”. Дніпропетровськ, 2005. 19 с.

15. Бондаренко М. П. Вплив агротехнічних прийомів на урожайність і якість насіння соняшнику в умовах північно-східного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». Дніпропетровськ. 2003. 19 с.

16. Жуйков О. Г., Бурдюг О. О. Фенологічні та біометричні особливості гібридів соняшнику за органічної технології вирощування в умовах Півдня України. Зрошуване землеробство. Меліорація, землеробство, рослинництво. Вип. 72. 2019. С. 20–24.

17. Кохан А. В., Тоцький В. М., Лень О. І., Самойленко О. А. Урожайність соняшнику залежно від погодних умов та гібридного складу. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2020. Вип. 28. С. 164–172.

18. Манько Л. А. Ступінь насичення сівозмін соняшником та його вплив на розповсюдження хвороб. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2010. № 2. С. 183–185.

19. Поляков О., Нікітенко О. Додаткове живлення соняшнику. Пропозиція. 2013. № 6. С. 23–27.

20. Шевченко О. М., Онопрієнко В. П., Оничко Г. О. Вплив систем удобрення на урожайність та господарські показники гібридів соняшнику в умовах північно-східного регіону України. Вісник Сумського НАУ. 2005. №12. С.55–58.

21. Каплін О. О. Вплив попередників, способів обробітку грунту та мінеральних добрив на продуктивність скоростиглих гібридів соняшнику при зрошенні: автореф. дис... на здобуття наук. ступеня канд.. с.-г. наук: 06.01.02. Херсон, 2005. 16 с.

22. Тоцький В. М., Поляков О. І. Влив мінеральних добрив на показники продуктивності та якості насіння гібридів соняшнику. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН. 2011. №14. С. 232–237.

23. Romashchenko M., Bohaienko V., Matiash T., Kovalchuk V., Danylenko Yu. Influence of evapotranspiration assessment on the accuracy of moisture transport modeling under the conditions of sprinkling irrigation in the south of Ukraine. Archives of Agronomy and Soil Science, 2020. 66(10). 1424–1435

24. Бутенко А.О. Вплив мінерального живлення на продуктивність сортів і гібридів соняшника в умовах північно-східного регіону України. Вісник Сумського НАУ. 2003. С. 139 – 141.

25. Грицев Д.А. Особливості формування урожаю соняшника при вирощуванні за різних систем контролю забур’яненості. Аграрний вісник Причорномор’я. Одесса, 2015. Вип.76. С. 31 – 40.

26. Упітіс В.В. Шляхи раціонального використання мікроелементів у комплексі мінерального харчування рослин. Мікроелементи у комплексі мінерального живлення рослин. Рига, 1977. С. 52 – 56.

27. Анішин Л. Вітчизняні біологічно активні препарати просяться на поля України. Пропозиція. 2004. № 10. С. 48–50.

28. Вдовенко С. А., Шевчук В. В., Шевчук О. А., та ін. Насіннєва продуктивність сої за дії стимулюючих препаратів росту. Сільське господарство та лісівництво. 2021. Вип. 2 (21). С. 34–46.

29. Циганський В. І. Оптимізація системи удобрення сої на основі використання препаратів біологічного походження в умовах Лісостепу правобережного. Сільське господарство та лісівництво. 2021. Вип. 2 (21). С. 69–81.

30. Smith B. M., Aebischer N. J., Ewald J. A. et al. The potential of arable weeds to reverse invertebrate declines and associated ecosystem services in cereal crops. Frontiers in sustainable food systems. 2020. Vol. 3. Art. 118. doi: 10.3389/fsufs.2019.00118

31. Грицаенко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б. Біологічно активні речовини в рослинництві. Нічлава. 2008. 352 с.

32. Домарацький О. О., Сидякіна О. В., Іванів М. О., Добровольський А. В. Біопрепарат нового покоління групи хелафіт у технології вирощування гібридів соняшнику на півдні України. Таврійський науковий вісник. 2017. №98. С. 51–56.

33. Грищенко Г. В., Явдощенко М. П. Сумісне застосування пестицидів, регуляторів росту і добрив проти захворювань озимої пшениці. Вісник с-г. науки. 1981. № 6 С. 4–8.

34. Ткаліч Ю., Кохан А. Фізіологічно активні речовини в технології вирощування соняшнику. Пропозиція. 2011. № 5. С. 86–87.

35. Лихочвор В. В., Петричеико В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів. НВФ. Українські технології. 2006. 730с.

36. Анішин Л. Біостимулятори на допомогу. Агроперспектива. 2008. № 3. С. 46– 47.

37. Гангур В. В., Єремко Л. С., Кочерг А. А. Ефективність біостимуляторів за умови передпосівної обробки насіння соняшнику. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2020. №2. С. 36–42.

38. Калінін Ф. Л. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві. К. Урожай. 1989. 168 с.

39. Іутинська Г.О., Білявська Л.О., Титова Л.В., Леонова Н.О., Ямборко Н.А., Вознюк С.В., Абдуліна Д.Р., Петрук Т.В., Литовченко А.М. Застосування новітніх біопрепаратів у рослинництві. Методичні рекомендації. Київ: ІМВ НАНУ, 2018. 104 с.

40. Пономаренко С. П. Біостимуляція в рослинництві – український прорив. Международная конференция Radostim 2008. Биологические препараты в растениеводстве. К., 2008. С. 45–48.

41. Жук В.В., Мусієнко М.М. Роль пігментних комплексів у формуванні продуктивності злаків за умов дефіциту води. Матеріал конференції «Регуляція росту і розвитку рослин». Харків, 2011. С. 99 – 106.

42. Ребенюк О. [Електронний ресурс]: URL: www/agrobiotech. com ua./regoplantnapodsonechnike, 2016.

43. Дубка В. Позакореневі підживлення: основні помилки та помилки. Зерно. 2011. №6. З. 40.

44. Аксьонов І. В. Агроценоз та врожайність соняшнику. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН. 2001. Вип.6. С. 113–123.

45. Гаврилюк М.М., Салатенко В.Н., Чехов А.В. Олійні культури в Україні – навч. посібник [за редакцією Салатенка В.Н..]. К.: Основа, 2008. 420 с.

46. Дзюбак О. Україна не лише зерно, а й олія. Олійно-жировий комплекс. №1. 2003. С. 5–9

47. Козуб Н.М. Сучасний стан та перспективи виробництва насіння соняшника. Таврійский науковий вісник, 2006. Вип. 47. С. 223–226.

48. Лихочвор В.В., Петриненко В.В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів. НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.

49. Лихочвор В.В. Особливості листового підживлення. Зерно, 2008. №5. С. 48.

50. Поляков О.І., Рожкова В.У., Нікітенко О.В. Агроприйоми вирощування високоолеїнового соняшнику. Пропозиція, 2013. №11. С. 31–35.

ДОДАТКИ