МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

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

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ ФГ «КОЛОС» ЦАРИЧАНСЬКОГО РАЙОНУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 25м-а
спеціальності 201 «Агрономія»
ВАХРУШЕВ Максим Леонідович

Керівники:
Олена ЧЕРНО, кандидат с.-г. н., доцент
Ігор САДОВСЬКИЙ, викладач

Умань – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП 3

РОЗДІЛ 1 ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ (огляд наукової літератури) 5

1.1. Господарське значення соняшника 5

1.2. Вплив елементів живлення на врожайність та якість насіння соняшнику . 6

РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ ВИЧЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 12

2.1 Ботанічна і біологічна характеристика соняшнику 12

2.2. Характеристика гібриду соняшнику Алькантара 13

РОЗДІЛ 3 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ У ДОСЛІДІ 14

3.1 Ґрунтові умови 14

3.2 Погодні умови 15

3.3 Схема досліду 18

3.4 Агротехніка вирощування соняшнику у досліді 19

3.5 Методика проведення досліджень 20

РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ 21

4.1 Вплив різних норм мінеральних добрив на поживний режим ґрунту 21

4.2 Врожайність та якість соняшнику під впливом варіантів удобрення 23

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ НОРМ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПІД ГІБРИД СОНЯШНИКУ АЛЬКАНТАРА (у цінах на 01.11 2024р) 29

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 32

6.1. Моделювання виробничих небезпек під час вирощування соняшнику в умовах Лівобережного Степу України 32

6.2. Охорона навколишнього природного середовища при застосуванні мінеральних добрив 37

ВИСНОВКИ 40

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 41

ДОДАТКИ 47

ВСТУП

Соняшник є однією з найважливіших олійних культур в Україні, яка має значний економічний вплив на аграрний сектор та забезпечує внутрішній і зовнішній ринки якісною сировиною для виробництва рослинної олії [1]. Завдяки сучасним технологіям вирощування та широкому використанні соняшнику в харчовій, технічній промисловості, ця культура залишається пріоритетною для багатьох фермерських господарств, зокрема й фермерського господарства «Колос» Царичанського району Дніпропетровської області в якому і проводилися дані дослідження.

Лівобережний Степ України характеризується специфічними природними умовами, які впливають на вирощування соняшнику та якість його насіння.

Мета дослідження полягала в науковому обґрунтуванні та розробкі рекомендацій щодо впливу удобрення на врожайність і якість соняшнику в умовах ФГ «Колос» Царичанського району Дніпропетровської області, з урахуванням агрокліматичних особливостей регіону та вимог до ефективного використання ресурсів.

Для досягнення мети передбачалося вирішення таких завдань:

1. Вивчити агрокліматичні та ґрунтові умови господарства для вирощування соняшнику.
2. Оцінити вплив різних норм та видів добрив на ріст, розвиток, врожайність і якісні показники насіння соняшнику.
3. Встановити оптимальні дози та схеми удобрення для досягнення максимальних показників продуктивності культури.
4. Проаналізувати економічну ефективність застосованих систем удобрення.
5. Розробити рекомендації щодо вдосконалення системи удобрення соняшнику в умовах ФГ «Колос».

Актуальність теми дослідження. Високий попит на соняшникову олію, яка є важливим продуктом харчування та сировиною для промисловості, стимулює виробників до пошуку ефективних методів підвищення врожайності та покращення якості продукції. Одним із ключових факторів, що впливають на

продуктивність культури, є оптимізація живлення рослин через раціональне застосування добрив. Умови ФГ «Колос» Царичанського району Дніпропетровської області дозволяють вивчати вплив удобрення в зоні Степу, яка є типовою для соняшнику, але має свої агрокліматичні особливості.

Наукова новизна роботи полягає у встановленні оптимальних норм та схем удобрення соняшнику, які забезпечують підвищення врожайності та покращення якісних показників насіння в конкретних умовах ФГ «Колос». У дослідженні враховано сучасні тенденції використання мінеральних та органічних добрив, що дозволяє адаптувати отримані результати до потреб фермерських господарств регіону.

Практична цінність дослідження полягає у розробці рекомендацій щодо ефективного удобрення соняшнику для фермерських господарств Дніпропетровської області, що сприятиме підвищенню економічної ефективності виробництва та забезпеченню екологічної сталості агровиробництва. Результати роботи були впроваджені у виробничий процес ФГ «Колос» та використані у навчальному процесі аграрних вищих навчальних закладів.

Апробація результатів дослідження. Основні положення та результати дослідження були представлені на Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні питання агротехнологій».

Таким чином, обрана тема є актуальною, має теоретичне та практичне значення, а отримані результати можуть сприяти підвищенню ефективності аграрного виробництва.

РОЗДІЛ 1
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ
(огляд наукової літератури)

1.1. Господарське значення соняшника

Соняшник (Helianthus annuus L.) є однією з найважливіших олійних культур, яка широко використовується як у харчовій, так і в технічній промисловості. В Україні ця культура має особливе значення, адже наша країна є одним із провідних світових виробників та експортерів соняшникової олії. Соняшник відіграє важливу роль у забезпеченні сільськогосподарських підприємств стійкими прибутками, завдяки високій продуктивності та стабільному попиту на продукцію [1].

За даними Департаменту сільського господарства США (USDA) посівні площі під соняшником щорічно зростають. Основні посіви цієї кульутри зосереджені в Європі (64%), Америці (9%) та Азії (4%) [2].

Станом на 2023 рік в Україні площа посівів соняшнику становила [3] близько 5,3 млн. га, 85% з яких зосереджені в зоні Степу. Середня врожайність у цій зоні приблизно становить 12 ц/га.

Основне господарське значення соняшника полягає у виробництві соняшникової олії, яка використовується як у харчовій промисловості, так і в технічних галузях[4].

Соняшникова олія має високий вміст ненасичених жирних кислот (особливо лінолевої та олеїнової), що робить її цінним продуктом для здорового харчування. У 2022 році близько 30% від світового експорту соняшникової олії припадало на Україну, що свідчить про стратегічне значення цієї культури для національної економіки [5].

Побічні продукти переробки соняшнику, такі як макуха та шрот, широко використовуються у тваринництві як високопротеїнові корми. За даними досліджень, у складі макухи міститься до 40% білка, що робить її цінним компонентом комбікормів [6].

Соняшник використовується у виробництві біопалива, що є перспективним напрямком з огляду на сучасні екологічні виклики та необхідність зменшення залежності від викопних джерел енергії [7].

1.2. Вплив елементів живлення на врожайність та якість насіння соняшнику

У світовій та вітчизняній практиці доведено, що раціональна система удобрення є одним з ключових чинників формування врожайності соняшнику. Збалансоване внесення азоту, фосфору і калію сприяє оптимальному розвитку кореневої системи, підвищенню коефіцієнта використання елементів живлення з ґрунту та добрив, що безпосередньо впливає на формування кошика, кількість насіння та його масу [8].

Дослідження вчених з продуктивності соняшнику показують, що мікроелементи (B, Zn, Mn) мають вирішальну роль у процесах запилення та наливу насіння [9].

За даними Нікітенко О .В. та ін. відмічено, що в умовах Південного Степу найбільшу врожайність соняшнику гібриду Ратник – 3,46 і 3,45 т/га отримано при вирощуванні за класичної системи основного обробітку ґрунту та внесенні добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ [10].

Степова зона України характеризується нестабільним зволоженням і підвищеними літніми температурами. У цих умовах надмірні дози азотних добрив без достатнього забезпечення вологою можуть бути малоефективними, а іноді спричиняти зниження олійності. Тому у степових районах особливого значення набуває раціональне поєднання органо-мінеральна система удобрення.

За даними Єременко О. А. [11], застосування рекомендованої норми мінеральних добрив для умов південного Степу України у дозі $N_{60}P_{75}K_{45}$ у поєднанні з передпосівною обробкою насіння соняшника регулятором росту рослин "АКМ" забезпечує максимальне підвищення врожайності та зниження собівартості продукції.

Покращення мінерального живлення сприяє активізації процесів фотосинтезу, забезпечує оптимальні умови для росту та розвитку рослин, формування високого врожаю та підвищення якості насіння [12].

Дослідження, проведені багатьма науковцями, підтверджують, що основні елементи живлення: азот (N), фосфор (P) та калій (K) відіграють ключову роль уі формуванні врожайності та якості. Вибір оптимальної дози добрив для кожного з цих елементів є вирішальним фактором у забезпеченні рослин необхідними поживними речовинами для досягнення максимальної продуктивності соняшнику [13].

На родючих ґрунтах норма NPK становить 60 кг/га д. р, на бідних – 90 кг/га д. р. Фосфорно-калійні добрива і третину азотних вносять під основний обробіток, решту азотних – навесні для підживлення [14].

У зонах з недостатнім зволоженням ефективніше разове внесення всієї дози добрив під оранку, ніж подрібне внесення восени, навесні і під час підживлення [15].

Соняшник має потужну кореневу систему діаметром понад 3 м, завдяки чому активно поглинає азот, фосфор і калій, потребуючи родючого ґрунту.

Дослідження проведені рядом вчених також свідчать, що основні елементи живлення N, P, K, відіграють важливу роль як поживні речовини для росту рослин та формування врожайності. Оптимальна доза добрив для кожного з наведених елементів грає важливу роль у забезпеченні необхідною кількістю поживних речовин для досягнення максимальної продуктивності соняшнику [16-18].

Дослідженнями Кохан А. В. на темно-каштанових середньосуглинкових ґрунтах було встановлено, що оптимальною нормою добрив для післяжнивного соняшнику є $N_{90}P_{90}$. Рекомендується вносити добрива відразу після збирання попередника з використанням зернових сівалок. У той же час інші вчені для тих самих умов пропонують вносити $N_{180}P_{120}$ під попередник післяжнивної культури соняшнику. Збільшення дози мінеральних добрив, зокрема азотних, негативно впливає на розвиток та продуктивність соняшнику. Це призводить до

зменшення вмісту олії в насінні та збільшення схильності рослин до різноманітних інфекційних захворювань, таких як сіра та біла гниль. Рекомендується вносити добрива $N_{20}P_{30}K_{20}$ або $N_{20}P_{30}$ напровесні та $N_{40}P_{60}K_{40}$ чи $N_{40}P_{60}$ при оранці [19].

В дослідних умовах провінції Пенджаб (Пакистан) [20] максимальну врожайність насіння соняшнику одержано на фоні внесення $N_{120}P_{90}K_{60}$ кг/га.

Дослідженнями Мазур В. А. та ін. [21] в умовах Лісостепу встановлена максимальна продуктивність соняшнику при нормі азотних добрив 180 кг/га у д. р., а маса 1000 насінин поступово зростала з кожним збільшенням дози азотних добрив. Окрім того рослини потребують значної кількості калію, який накопичується в стеблах на початкових етапах та в кошику після цвітіння. Хоча його переміщення в насіння незначне порівняно з азотом і фосфором, велика частина калію повертається в ґрунт разом із рослинними залишками. Калій сприяє підвищенню посухостійкості рослин, допомагає утримувати вологу та зменшує її випаровування. Він відіграє ключову роль у регулюванні балансу вологи в рослині, особливо активно засвоюючись у період від утворення кошика до досягнення його повної зрілості. Дослідження Кононюка В. А. свідчать, що нестача калію проявляється симптомами хлорозу на краях листків, які як правило закручуються догори [22].

Соняшник дуже чутливий до дефіциту бору, особливо в умовах недостатнього зволоження та на карбонатних ґрунтах. Наявність бору сприяє поліпшенню стану рослин, збільшенню якості та врожайності продукції. При нестачі бору спостерігається сильна деформація молодого листя, відставання у рості рослин, деформація головок соняшнику, нерівномірне заповнення насіння, а в окремих випадках його повна відсутність у деяких суцвіттях, що призводить до суттєвого зниження врожайності. Осіннє застосування комплексних добрив до складу яких входить бор є необхідним та важливим етапом для досягнення високих врожаїв насіння соняшнику з високим вмістом олії [23]. Позакореневе живлення є вагомою частиною високого врожаю соняшнику, проте цей підхід викликає численні непорозуміння, сумніви та

помилки [24]. За даними О. Доценко та ін. [25] оперативне корегування живлення рослин мікродобривами дає можливість одержати прибавку врожаю насіння 0,26 т/га — на контролі і 0,29 т/га – на фоні внесення $N_{40}P_{60}K_{80}$. Своєчасне усунення дефіциту необхідних елементів живлення позитивно впливає на показники якості продукції на удобреному агрофоні. Завдяки цьому вихід олії збільшився на 0,18 тонни на гектар порівняно з аналогічними посівами без підживлення. Окрім того головним чином на якість та врожайність соняшнику впливають агрокліматичні фактори, такі як: вологозабезпеченість та посуха. Дефіцит вологи [26] під час формування суцвіття на верхівці стебла призводить до зменшення кількості квіток у кошику, що в кінцевому значенні впливає на розмір майбутнього врожаю. Обмежена вологозабезпеченість в період від фази зірочка до фази цвітіння має негативний влив на продуктивність соняшнику. Дефіцит вологості під час цвітіння та формування насіння негативно впливає на розмір кошиків соняшнику [27], затримує утворення нових квіток та зменшує кількість повноцінних насінин. Посуха в цей період є основною причиною недостатнього наливу насіння, що спричиняє зменшення запасу жирів і вуглеводів та збільшення відсотку білків у насінні соняшнику. Дослідження Тоцького В. М. та ін. [28] на чорноземі типовому малогумусному показало, що із внесенням високих доз добрив суттєво збільшувалась площа листкової поверхні у у всіх дослідних гібридів і складала максимальних значень. Найбільшою вона була на варіантах з внесенням мінеральних добрив в дозі $N_{40}P_{60}K_{40}$ та $N_{60}P_{90}$ і склала: у гібриду Надійний – 29,8 тис. м²/га та 30,8 тис. м²/га, у гібриду Запорізький 28 – 31,9 тис. м²/га та 31,7 тис. м²/га і у гібриду Сава – 31,1 тис. м²/га та 32,6 тис. м²/га, що більше ніж на контролі на: 8,1 тис. м²/га та 9,1 тис. м²/га, 8,2 тис. м²/га та 8,0 тис. м²/га і 6,5 тис. м²/га та 8,0 тис. м²/га відповідно. Окрім того під дією мінеральних добрив змінювався і розмір кошика соняшнику, що сприяло підвищенню його врожайності. Максимальна врожайність була у гібриду Запорізький 28 на варіантах з дозою добрив $N_{40}P_{60}$ та $N_{40}P_{60}K_{40}$, і складала 3,26 т/га, що на 8 % більше в порівнянні з контролем. Дослідженням [28] також було встановлено,

що застосування мінеральних добрив впливало не тільки на продуктивні, а й на такі якісні показники насіння, як маса 1000 шт. насінин та олійність.

Олійність мінливий показник і залежить від багатьох факторів, включаючи генетичні характеристики сорту соняшнику, оскільки різні сорти мають різні рівні олійності в насінні, кліматичні умови, зокрема вологість, температура, тип ґрунту та сонячне випромінювання, які можуть впливати на фізіологію соняшнику та його здатність до фотосинтезу та акумуляції олії та ефективне використання азотних, фосфорних та калійних добрив, які можуть впливати на здатність рослин виробляти олію.

Дослідженнями Коркодола М. М. та ін. [29] встановлено, що найбільшою мірою на вміст олії вплинули сортові особливості (частка внеску фактору D у загальну мінливість ознаки дорівнює 47,0 %). Окрім того вміст олії суттєво змінюється під впливом умов року досліджень (15,3 %) і густоти стояння рослин (7,9 %). Меншою мірою, але також суттєво, на рівень прояву ознаки вплинув обробіток ґрунту (1,0 %) і внесення добрив (1,9 %). Що стосується білка то він суттєво залежав від усіх факторів досліду. Найбільшою мірою на вміст білка вплинули сортові особливості (45,0 %).

За даними О. В. Нікітенко та ін. [30] на чорноземі звичайному, середньопотужному малогумусному, з вмістом гумусу в орному шарі до 30 см у 3,5%, вирощування соняшнику за технології класичного обробітку на фоні $N_{40}P_{60}$ сприяло збільшенню кошиків порівняно з контролем (без добрив) на 0,4–0,5 см, а на фоні сидератів – лише 0,2 см. Ці ж самі дослідження показали, що найбільшою маса 1000 насінин була у варіанті на фоні внесення добрив у дозі $N_{40}P_{60}$ і складала в межах 40,6–49,4 г, на контролі – 39,1–47,9 г, а на фоні сидерального добрива – 40,0–48,4 г. Ці ж самі дослідження показали, що у варіантах із застосуванням добрив, як мінеральних так і сидеральних відмічено зниження вмісту жиру в насінні на 0,1–0,5% за класичної системи та на 0,1–0,9% за мінімальної.

Дослідженнями Полякова О.І. та ін. [31] проведені на полях Інституту олійних культур НААН України в Умовах Степу на чорноземі звичайному,

середньопотужному малогумусному показали, що різні фони мінерального живлення та варіанти застосування регуляторів росту вплинули на ріст, розвиток та формування врожайності гібридів та сорту соняшнику. Зміна різних рівнів мінерального живлення від базового контролю (без добрив) до максимальної дози суттєво підвищувала продуктивність соняшнику. Показники маси насіння з одного кошику також зростали під дією мінеральних добрив на: 5,0–10,8 г у гібриду Серпанок; 3,8–9,4 г у гібриду Маршал; 2,7–10,3 г у гібриду Агент і 3,9–9,8 г у сорту Камелот. Що стосується маси 1000 насінин, то максимальне значення її було на фоні внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$. Найбільший приріст цього показника від добрив відмічений у сорту Камелот. Найбільшу врожайність соняшнику гібридів Серпанок (3,33–3,35 т/га), Маршал (3,15–3,18 т/га) та Агент (3,23–3,28 т/га) отримано за вирощування на фоні внесення мінерального добрива в дозах $N_{40}P_{60}$, $N_{60}P_{90}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Згідно з проведеними дослідженнями В. С. Кудріної [32], в умовах Південного Степу урожайність соняшнику на варіанті з контролем становила 2,55 т/га, а в удобрених варіантах вона зросла до 2,76–3,56 т/га, що представляє збільшення в діапазоні від 8,3 до 39,3 %. Найвищий рівень врожайності було досягнуто шляхом використання позакореневих підживлень Фреш Енергією у дозі 0,5 кг/га на етапі 3–4 пар листків, та Фреш Флоріду у дозі 0,5 кг/га під час бутонізації.

Таким чином аналіз наукових джерел показує, що оптимізація систем удобрення соняшнику – це багатовимірне завдання, яке потребує комплексного підходу. Раціональне внесення добрив має враховувати біологічні особливості культури, специфіку ґрунтово-кліматичних умов, забезпеченість макро- та мікроелементами, особливості сівозмін і технологій вирощування, а також економічні та екологічні аспекти.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ВИЧЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ботанічна і біологічна характеристика соняшнику

Соняшник (Helianthus annuus) – це однорічна рослина, що належить до родини айстрових (Asteraceae). Він є однією з найпоширеніших рослин у світі і має значний аграрний, комерційний та екологічний вплив. Батьківщиною соняшнику вважають південно-західну частину Північної Америки, де ростуть його дикі форми і по цей час.

Соняшник має грубе, волохате стебло, яке може досягати висоти до 3-4 метрів. На довгих черешках росте чергове листя, з верхніми сидячими та нижніми супротивними. Воно має темно-зелений колір, овально-серцеподібну форму, з пластиною довжиною до 40 см. Поверхня листя вкрита короткими жорсткими волосками, а краї запушені [33].

Система коренів соняшника включає головний корінь, з якого виходять бічні корені, що розташовані на різних глибинах.

У верхівкових великих кошиках, що діаметром 30–50 см, розміщуються квітки, які до зацвітання (у стадії бутонів) повертаються за сонцем. протягом дня. Після розквітування вони переважно орієнтовані на схід. Крайові квітки є язичковими, оранжево-жовтими, довжиною 4–7 см, зазвичай безплідними; внутрішні - трубчасті, буро-жовті, двостатеві та численні (500–2000). Віночок має п'ять частин. У кожній квітці росте п'ять тичинок з вільними нитками, але зі зрощеними пиляками. Соняшник зазвичай формує одне суцвіття, але можуть бути й додаткові відростки з невеликими суцвіттями. Цвіте він у липні - серпні протягом 30 днів [33-34].

Плоди мають форму довгасто-яйцеподібних сім'янок, слабогранчасті, трохи стиснуті, довжиною 8–5 мм і шириною 4–8 мм. Вони мають шкірясте оплiддя та можуть бути білого, сірого, смугастого або чорного кольору.

Проростання соняшникового насіння починається при оптимальній температурі 8–10°С на глибині залягання насіння. Підвищення температури помітно прискорює цей процес. При температурі 8–10°С сходи з'являються

через 15–20 днів, а при 15–16°С – через 9–10 днів, якщо ж температура вище 20°С і більше то термін проростання скорочується до за 6–8 днів. Сходи соняшнику можуть витримувати короткочасне зниження температури до -8°С, а проросле насіння переносить навіть -10°С. Після появи сходів рослини потребують тепла, а в період цвітіння і наступній фазі оптимальна температура повинна становити 25 – 27°С. Температура вище 30°С суттєво пригнічує ріст соняшнику [33].

Соняшник – світлолюбива рослина. Похмура погода та затінення затримують ріст і розвиток рослин, сприяють формуванню на них мілкого листя, що знижує врожайність. При інтродукції на північ вегетаційний період соняшнику подовжується [34].

Для соняшника найкращими попередниками є озимі зернові культури, ярі хлібні злаки (пшениця, ячмінь), посіяні після чистих парів, а також зернобобові. Посів соняшнику не рекомендується після топінамбуру, коренеплодів, багаторічних трав і суданської трави, оскільки ці культури сприяють поширенню спільних захворювань та надмірному висушуванню глибоких шарів ґрунту. Рекомендується витримувати 5–7-річний інтервал між посівами соняшнику, щоб запобігти поширенню вовчка соняшникового. [35].

2.2. Характеристика гібриду соняшнику Алькантара

Є екстенсивним гібридом, що має високу врожайність й олійність у посушливих умовах. Гібрид Алькантара, може протистояти певним новим расам вовчка у посушливих умовах, характерних для Півдня та Сходу України. Алькантара – це представник нової генетики, який поєднує дуже високу врожайність та високий вихід олії у посушливих умовах. Гібрид Алькантара – це середньоранній гібрид, який має період вегетації 106–116 днів. Він характеризується високими темпами початкового росту. Вміст олії у насінні гібрида складає – до 49,0 %. Він рекомендований для вирощування у посушливих регіонах Півдня та Сходу України, він не уражується фомопсисом. Рекомендованою густотою до збирання є 40–45 тис. рослин/га.

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ У ДОСЛІДІ

3.1 Ґрунтові умови

Польові дослідження з вивченням доз мінеральних добрив та їх вплив на врожайність і якість насіння соняшнику проводилися на дослідному полі у 2024 році в фермерському господарстві "Колос", яке розташоване в с. Шарівка Царичанського району Дніпропетровської області. Згідно з грунтово-географічним районуванням України, Царичанщина належить до Дніпропетровсько-Донецької Степової зони. За агрокліматичним – до третьої зони, яка характеризується досить значною посушливістю. А за агрохімічним районуванням — до Кечигівсько-Новоазовського району [36]. Дослідна ділянка, на якій проводили дослідження розташована на рівнинній місцевості. Ґрунт дослідного поля – чорнозем звичайний середньогумусний глибокий, сформований під різнотравно-ковилово-кострицевою рослинністю на плато, схилах вододілів, лесових терасах, а також на лесових породах і червоно-бурих глинах. Ці ґрунти є характерними (підтип чорноземів) для північної частини степової зони. Профіль чорноземів звичайних схожий на профіль чорноземів типових (Н/к, НРк, Phk, Рк). Проте через більш суворий гідротермічний режим (коефіцієнт зволоження 0,70–0,85) у таких ґрунтах сповільнюється процес гумусоутворення, а профіль стає коротшим (80–85 см і більше) [36].

Профіль чорноземів звичайних має наступну характеристику:

Н (0–48 см) – гумусовий горизонт, темно-сірий, вологий, легко-глинистий. Верхній шар (0–28 см) — орний, пилувато-грудкуватий, рихлий; нижче — підорний, зернистий, з великою кількістю червоточин і поодинокими кротовинами. Перехід поступовий.

Нр/k (49–70 (80) см) – верхній перехідний горизонт, добре гумусований, темно-сірий зі слабким буруватим відтінком, вологий, легко-глинистий, грудкувато-зернистий, ущільнений і пористий. Є багато червоточин і копролітів, поодинокі кротовини. У нижній частині по слідах коренів

спостерігається карбонатна цвіль, яка починає кипіти від HCI з глибини 62 см. Перехід поступовий.

Phk (71 (81)–100 (110) см) – нижній перехідний горизонт, карбонатний, темно-бурий, вологий, легко-глинистий, грубувато-зернисто-горіховидний, ущільнений, сильно перерити землериями. По слідах коренів, червоточинам і структурним агрегатам спостерігається велика кількість карбонатної цвілі. Перехід поступовий.

Pk (101 (111)–180 см) – лес. До глибини 150 см плямистий через велику кількість кротовин; донизу стає палевим, легко-глинистим, ущільненим і пористим. З глибини 140 см спостерігається рідка карбонатна присипка, слабкий міцелій і прожилки.

В таблиці 1 наведена агрохімічна характеристика чорнозему звичайного середньогумусного.

Таблиця 1

Агрохімічна характеристика чорнозему звичайного середньогумусного в ФГ "Колос" Царичанського району Дніпропетровської області

Горизонт ґрунту, см	**Вміст гумусу, %**	**Вміст рухомих форм, мг/кг ґрунту**			**Щільність, г/см^3**	**pH**
		N	**P**	**K**		
0-30	3.8	18	174	152	1,23	6,8

3.2 Погодні умови

Клімат Степової зони помірно континентальний. Річна сума температур вище 100 коливається від 28600 на північному сході до 36000 – у південному та південно-східному районах, тривалість періоду з температурою вище 100°С коливається в межах від 165 до 185 днів. Річна сума опадів становить 350 – 450 мм. Більшість опадів (230–280 мм) випадає в теплий період року. Випаровування перевищує кількість опадів (ГТК – 0,3– 0,6). Сніговий покрив не тривкий, потужністю 15–20 см. Талі снігові води неглибоко проникають в

ґрунт і не досягають ґрунтових вод, а скидання поверхневих вод і підземні відбувається в пониженнях. Такі особливості зумовлюють коливання лінії закипання у ґрунтах Степу [37].

В період проведення досліджень погодні умови були нетиповими для даного агрокліматичного регіону та значно відрізнялися від середньобагаторічних даних (рис. 1, 2). Протягом сільськогосподарського року випало 235 мм опадів що на 93 мм менше від середньо багаторічних даних.

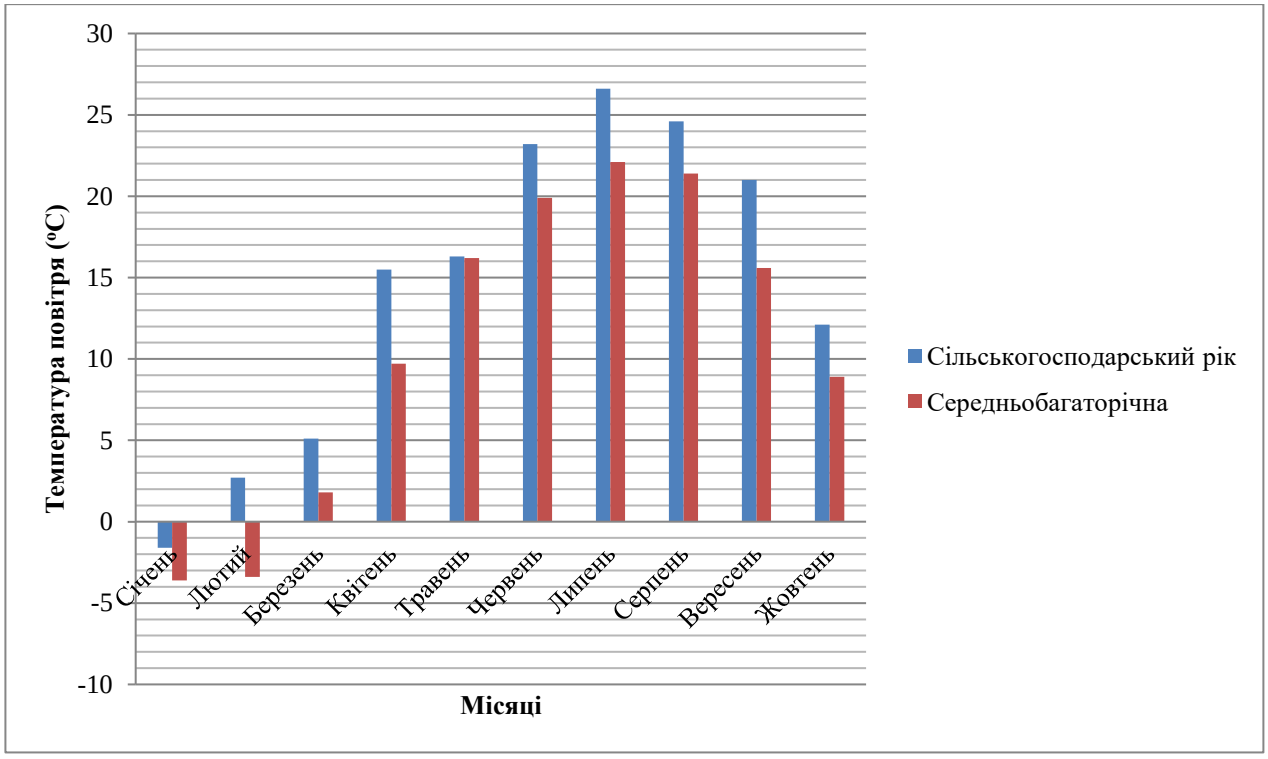


Рис. 1. Середня температура повітря (ºС) в період проведення досліджень 2024 року (за даними метеопоста м. Дніпро)

За спостереженнями у січні середньомісячна температура повітря становила -1,6 °С, що на 2,0 °С вище середньобагаторічних значень (-3,6 °С). Лютневий показник (+2,7 °С) виявився на 6,1 °С вищим за норму (-3,4 °С). Значне перевищення середніх довгострокових показників фіксувалося й у березні (+5,1 °С проти 1,8 °С), квітні (+15,5 °С проти 9,7 °С), червні (+23,2 °С проти 19,9 °С), липні (+26,6 °С проти 22,1 °С) та серпні (+24,6 °С проти 21,4 °С). В окремі місяці, зокрема влітку, температура перевищувала норму на 3–4 °С, що свідчить про загальну тенденцію до потепління та збільшення кількості спекотних днів.

Період вегетації соняшника пройшов за підвищеного температурного фону. Особливо жарким виявився липень (26,6 °С) – на 4,5 °С вище норми. У вересні та жовтні також відзначався помірно теплий режим: вересень +21 °С (+5,4 °С до норми), жовтень +12,1 °С (+3,2 °С до норми).

Таким чином, стійкі переходи середньодобових температур вищі за кліматичні норми відбулися значно раніше навесні, а літній період характеризувався тривалими спекотними періодами, що призводило до підвищеного випаровування вологи й швидшого протікання фенологічних фаз розвитку теплолюбних культур.

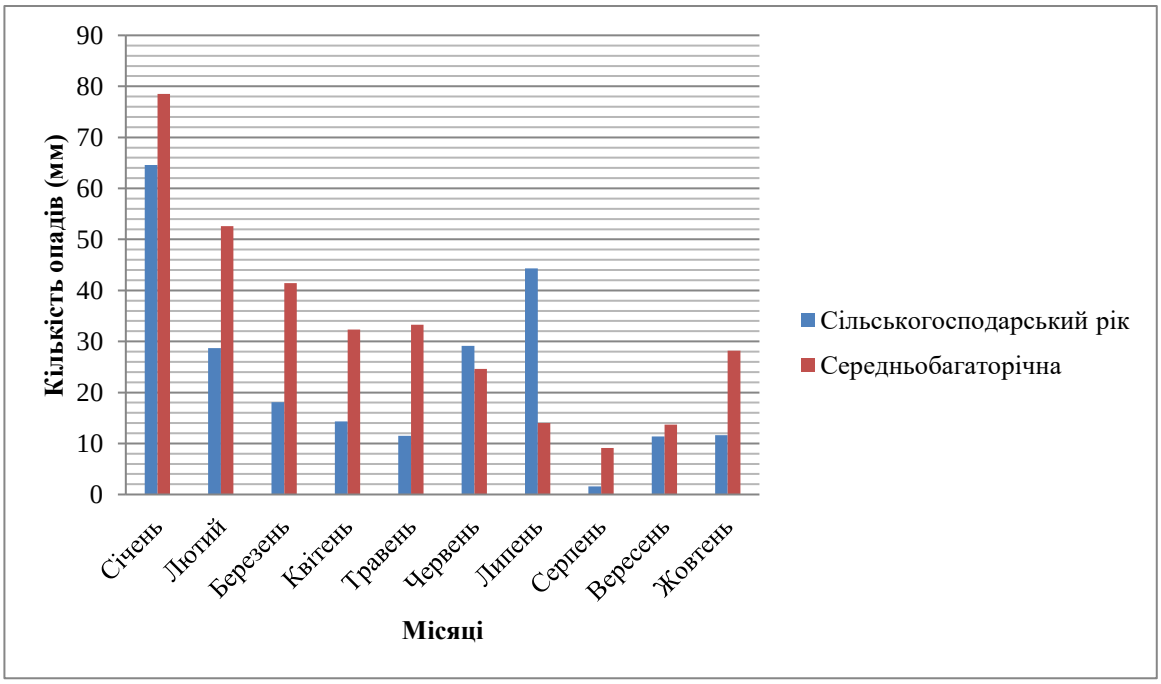


Рис. 2. Місячна кількість опадів (мм) за сільськогосподарський 2024 рік (за даними Метеопоста м. Дніпро)

Розподіл опадів протягом року був нерівномірним. У зимово-весняний період (січень–березень) їх кількість була суттєво нижчою за норму. Так, у січні зафіксовано 64,6 мм проти 78,5 мм, у лютому – 28,7 мм (норма 52,6 мм), у березні – 18,1 мм (норма 41,4 мм). Загалом, період відновлення вегетації культур після зими відбувався за дефіциту вологи в ґрунті.

У квітні та травні кількість опадів також була нижчою за середні багаторічні показники. Квітень – 14,3 мм проти 32,3 мм, травень – 11,5 мм проти 33,3 мм. Таке значне зниження опадів у критичний період початкового

росту соняшника призвело до погіршення умов формування кореневої системи та первинного листкового апарату.

Літній період характеризувався контрастами: якщо у червні (29,1 мм проти 24,6 мм) та особливо у липні (44,3 мм проти 14,0 мм) кількість опадів суттєво перевищувала норму, створюючи сприятливі умови для формування кошиків та закладання потенціалу врожаю, то в серпні (1,6 мм проти 9,1 мм) настала виражена посуха. Нестача вологи в період наливу насіння негативно вплинула на формування маси 1000 зерен та потенційну врожайність.

Вересень (11,4 мм проти 13,7 мм) був близьким до норми за опадами, але цього було вже недостатньо для компенсування серпневої посухи. Жовтень знову виявився посушливим – 11,6 мм проти 28,2 мм.

В цілому ж, протягом вегетації соняшника, особливо у критичний для культури травень та в період наливу зерна в серпні, спостерігався дефіцит продуктивної вологи. Короткочасне зволоження в червні–липні лише частково компенсувало цю нестачу.

3.3 Схема досліду

Дослідження з оцінки впливу різних доз внесення мінеральних добрив на врожайність та якість насіння соняшнику гібриду " Алькантара" проводилися у 2023 році. Дію добрив вивчали за схемою:

1. Контроль (без добрив)
2. $N_{40}P_{40}K_{40}$
3. $N_{60}P_{60}K_{60}$
4. $N_{80}P_{80}K_{80}$

За контроль був взятий варіант, де добрив не вносили. Фосфорні добрива вносилися у вигляді суперфосфату простого гранульованого, а калійні у вигляді калію хлористого під основний обробіток ґрунту. Азотні добрива вносили під передпосівну культивацію у вигляду карбаміду.

Дослід проводився з трикратною повторюваністю. Експериментальні варіанти були розміщені за допомогою випадкового методу, з послідовними

повтореннями. Розмір ділянок складав: у загальному − 210 квадратних метри, обліковий − 120 квадратних метрів.

Схема розміщення варіантів у досліді та розміри ділянок наведені нижче (рис. 3 та 4).

Перша повторність				**Друга повторність**				**Третя повторність**			
2	4	3	1	4	1	3	2	**3**	**2**	**4**	**1**

Рис. 3. Варіанти розміщення досліду

Рис. 4. Розміри ділянок та схема у досліді

3.4 Агротехніка вирощування соняшнику у досліді

Агротехніка вирощування соняшнику загальноприйнята для Степу України. Основним завданням обробітку ґрунту під соняшник є створення оптимальних умов для росту та розвитку рослин [38]. Для цього важливо провести ретельний передпосівний обробіток ґрунту. Це включає очищення поля від бур'янів, збудників хвороб та шкідників, забезпечення достатньої кількості поживних речовин у ґрунті та зниження ризиків, пов'язаних з несприятливими умовами вегетаційного періоду культур. Важливо було забезпечити оптимальний рівень вологості та структуру ґрунту, щоб сприяти кореневій системі рослини.

Основним способом обробітку ґрунту була зяблева оранка. Навесні, здійснювалося вирівнювання поля після досягнення ґрунтом фізичної зрілості, за допомогою компактора АКПК-3 (Европак), а також виконувався передпосівний обробіток ґрунту культиваторами на глибину 6–8 см. В якості

азотного добрива вносили карбамід під передпосівну культивацію. Для боротьби з бур'янами використовувались хімічні та механічні методи, зокрема проводилося застосовування ґрунтового гербіциду Трефлан 480 у нормі (3.5 л/га) та страховий гербіцид Селект 120 (1,2 л/га). Оскільки ці гербіциди не ефективні проти осоту та берізки польової, тому за наявності великої кількості цих бур’янів у посівах необхідно проводити додаткове механічне їх видалення і навіть ручне прополювання.

Час сівби соняшнику прийшовся на третю декаду квітня, методом широкорядного сівби (70 см). Норма висіву становила 60 тис. схожих насінин на гектар, при цьому насіння протруювалося препаратом колфуго супер (2 л/т). Сівба здійснювалася за допомогою пневматичних сівалок СУПН-8 у комплекті з тракторами МТЗ-82. Під час догляду за посівом проводили фунгіцидне обприскування самохідним обприскувачем Alfa Evo Twin Force Eco Drive 4200/30 Stage V та препаратом Комплер 320, КС нормою 0,7 л/га Збирання соняшнику проводили шляхом прямого комбайнування. Для збирання використовували комбайн New Holland CX 8070.

3.5 Методика проведення досліджень

Методика досліджень була загальноприйнятою для агрохімічних досліджень [39-41]. Відповідно до завдань магістерської роботи були проведені такі обліки та спостереження:

Відбір ґрунтових проб здійснювали перед сівбою соняшнику згідно ДСТУ ISO 10381-4:2005. У ґрунтових зразках визначали вміст легкогідролізованого азоту, рухомих форм фосфору і калію. легкогідролізований азот визначасвя за методом Тюріна і Кононової, фосфор і калій – за методом Чирикова з наступним визначенням фосфору на фотоколориметрі ФЕК-2, а калію – на полуменевому фотометрі ПАЖ-2.

Підготовка та оформлення цієї дипломної роботи були виконані у відповідності з вимогами Методичних вказівок до розробки та оформлення дипломної роботи для освітньо-кваліфікаційного рівня "магістр".

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Вплив різних норм мінеральних добрив на поживний режим ґрунту

Ефективна система землеробства ґрунтується на гармонійному поєднанні різноманітних чинників, що визначають врожайність сільськогосподарських культур і забезпечують збереження та підвищення родючості ґрунту. Одним із ключових елементів цієї системи є раціональне удобрення, яке відіграє важливу роль у підтриманні ґрунтової родючості.

Соняшник вирізняється високою здатністю швидко та ефективно засвоювати значну кількість поживних речовин. Обсяг їхнього поглинання залежить як від генетичних особливостей культури, так і від зовнішніх умов. Ключовими факторами є наявність і доступність елементів живлення, а також вплив навколишнього середовища, зокрема вологість, температура й погодні умови, які суттєво визначають інтенсивність цього процесу.

Фосфор відіграє ключову роль у забезпеченні енергетичних процесів у рослині соняшнику, яка має помірну потребу в цьому елементі порівняно з азотом і калієм. Він необхідний для формування потужної кореневої системи та розвитку репродуктивних органів, сприяючи утворенню великої кількості зародкових квіток у кошиках. Оптимальне фосфорне живлення забезпечує прискорений розвиток рослин, підвищує ефективність використання вологи, що покращує їхню стійкість до посухи. Водночас надлишкове фосфорне живлення може негативно впливати на водоспоживання рослин соняшнику.

Соняшник характеризується високою потребою в калії, який відіграє ключову роль у формуванні та транспортуванні вуглеводів. Цей елемент суттєво впливає на зниження ризику захворювань, забезпечуючи покращене здоров’я рослин. Соняшник активно засвоює калій протягом усього періоду вегетації, однак найбільша його потреба спостерігається до початку фази цвітіння. Для формування 1 тонни насіння рослина споживає близько 116 кг калію (у формі K_2O). Хоча потреба в цьому елементі є значною, його вплив на

кінцеву урожайність залишається помірним. Дефіцит калію може призводити до зниження вмісту олії в насінні, зменшення врожайності та змін у співвідношенні насичених і ненасичених жирних кислот.

Як видно з даних таблиці 1, із збільшенням доз внесення фосфорно-калійних добрив підвищувався рівень забезпеченості рухомими формами фосфору і калію.

Таблиця 1

Вплив варіантів удобрення на забезпеченість рухомими формами P_2O_5 і K_2O орного шару ґрунту під соняшником на час посіву, мг/кг, 2024 р.

Варіант	P_2O_5	Забезпеченість	K_2O	Забезпеченість
Контроль (без добрив)	88	середня	70	середня
$N_{40}P_{40}K_{40}$	98	середня	102	підвищена
$N_{60}P_{60}K_{60}$	109	підвищена	113	підвищена
$N_{80}P_{80}K_{80}$	122	підвищена	122	підвищена

Дослідження показали, що в контрольному варіанті, де добрива не вносили, рослини мали середній рівень забезпечення поживними елементами. Варіант $N_{40}P_{40}K_{40}$ забезпечував підвищений вміст калію, проте забезпеченість фосфору була також середня. В цілому застосування збільшених доз добрив сприяло підвищеному вмісту калію та фосфору та створило потенційно кращі умови для високої врожайності соняшника, адже достатнє живлення елементами мінерального комплексу з самого початку вегетації є однією з ключових передумов для отримання стабільних та якісних врожаїв олійних культур.

Азот є основним будівельним елементом для всіх сільськогосподарських культур, зокрема соняшнику. Він відіграє важливу роль у нарощуванні зеленої маси, розвитку кореневої системи та формуванні генеративних органів. Як складова білків, азот входить до складу ферментів, гормонів і хлорофілу, забезпечуючи ключові процеси життєдіяльності рослин.

Дефіцит азоту може спричинити пригнічення росту рослин, передчасне пожовтіння та відмирання сім'ядолей, що негативно позначається на врожайності та вмісті олії в насінні. Водночас надмірне застосування азотних добрив також має свої ризики: воно може стимулювати розвиток хвороб, спричиняти вилягання посівів і знижувати олійність продукції. Тому важливо дотримуватися збалансованого підходу до азотного живлення.

Нашими дослідженнями встановлено (табл. 2), що із збільшенням доз азотних добрив збільшувався вміст легкогідролізованого азоту в орному шарі ґрунту, найменший він був на контрольному варіанті, де добрив не вносили. Збільшення доз до рівня N_{60} та N_{80} підвищувало вміст до 12,2 та 12,9 мг/кг ґрунту відповідно.

Таблиця 2

Вплив варіантів удобрення на вміст легкогідролізованого азоту в орному шарі ґрунту, мг/100 г

Варіант	N, мг/кг ґрунту
Контроль (без добрив)	10,8
$N_{40}P_{40}K_{40}$	11,5
$N_{60}P_{60}K_{60}$	12,2
$N_{80}P_{80}K_{80}$	12,9

4.2 Врожайність та якість соняшнику під впливом варіантів удобрення

Соняшник інтенсивно засвоює поживні речовини впродовж короткого періоду, а обсяг їхнього поглинання залежить від генетичних особливостей культури, рівня доступності елементів живлення, вологозабезпеченості, температурного режиму та загальних погодних умов.

Нашими дослідженнями було встановлено, що найвищі показники висоти, рослини досягали у фазі дозрівання соняшнику. Як видно з Рис. 5, внесення різних доз мінеральних добрив позитивно впливало на зростання висоти рослин. Найменша висота (150 см) була зафіксована на ділянках без внесення

добрив. З наукових джерел відомо, що мінеральне живлення є одним із основних чинників, які визначають ріст, розвиток і врожайність рослин. При аналізі середньої висоти рослин у варіантах із різними схемами удобрення виявлено, що відмінності в цьому показнику ставали очевидними вже на стадії цвітіння. На ділянках, де застосовували мінеральні добрива, рослини мали значно більшу висоту порівняно з тими, де добрива не вносилися.

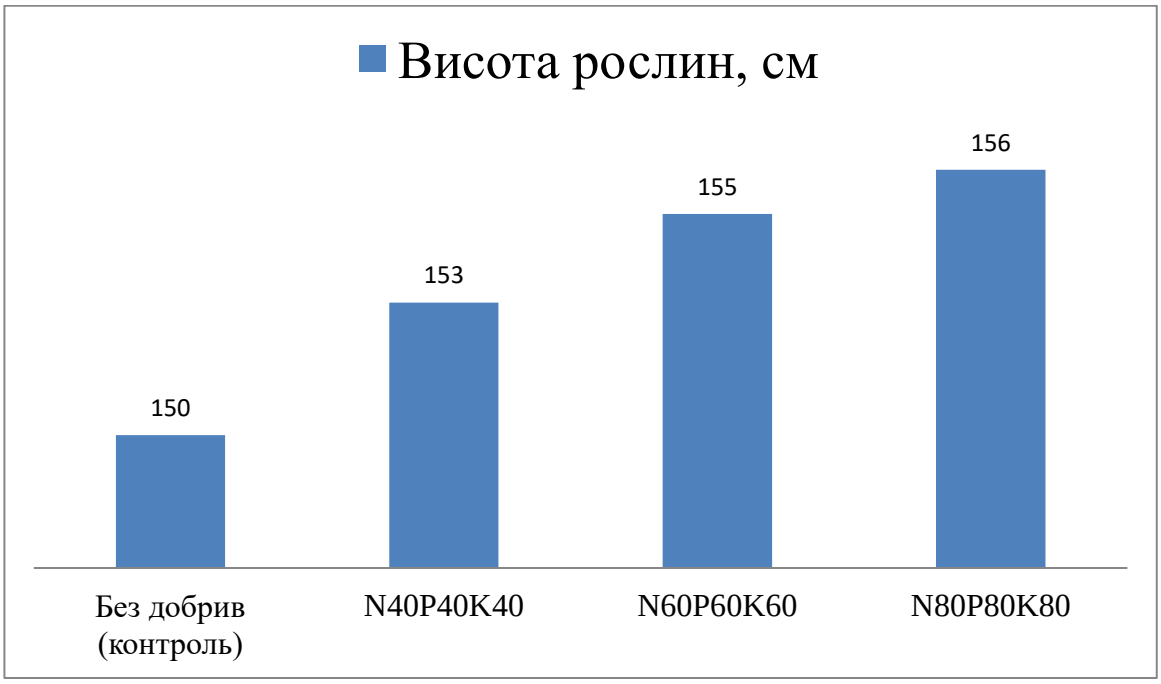


Рис 5. Висота рослин соняшника в фазу цвітіння залежно від варіантів удобрення, см, 2024 р.

Одним із основних факторів, що впливає на продуктивність соняшнику, є площа листя та наземна біомаса рослин.

Таблиця 3

Розвиток надземної біомаси соняшнику залежно від доз мінеральних добрив на період цвітіння

Варіант	Площа листя, тис. м^2 /га	Маса сухої речовини, ц/га
Контроль(без добрив)	23,3	37,7
$N_{40}P_{40}K_{40}$	25,2	42,6
$N_{60}P_{60}K_{60}$	29,3	51,4
$N_{80}P_{80}K_{80}$	30,8	69,5

Нашими дослідженнями було встановлено (табл. 3), що погодні умови істотно впливали на наростання надземної маси соняшнику. Посушливі умови, які склалися на початку вегетаційного періоду, негативно позначилися на формуванні дружніх сходів культури. Кількість опадів у квітні (14,3 мм за норми 32,3 мм) була недостатньою, щоб суттєво виправити ситуацію з дефіцитом вологи. Травень також виявився більш посушливим, ніж середньобагаторічні показники (11,5 мм проти 33,3 мм), що стримувало активне наростання вегетативної маси на ранніх етапах розвитку. Однак загальний підвищений температурний фон сприяв інтенсивному росту рослин за умови достатнього забезпечення елементами живлення. Це загалом позитивно позначилося на їхніх лінійних розмірах та площі листкової поверхні.

Крім погодних умов, суттєвий вплив мали й системи удобрення. Так, у контрольному варіанті (без добрив) площа листкової поверхні була найнижчою. За внесення $N_{40}P_{40}$К40 цей показник збільшився на 1,2 тис. м²/га порівняно з контролем. Із зростанням доз добрив до $N_{60}P_{60}K_{60}$ площа листкової поверхні підвищилася вже на 16% відносно контролю та на 11% відносно варіанту з нижчими нормами добрив. Максимальні дози ($N_{80}P_{80}K_{80}$) забезпечили приріст цього показника до 32,4 тис. м²/га, що на 18% перевищувало контроль, хоча відносно попереднього варіанту істотного збільшення не спостерігалося.

Отже, внесення мінеральних добрив позитивно впливало на формування листкового апарату та накопичення сухої речовини в рослинах, а це, у свою чергу, позначалося на підвищенні потенційної врожайності соняшнику. Аналогічну закономірність спостерігали й у вмісті сухої речовини: без добрив він був найнижчим, але зі збільшенням доз виріс від 9% до 65%, що є важливою передумовою для формування високого врожаю.

Урожайність насіння соняшнику є основним критерієм, який характеризує ефективність внесення добрив (табл. 4).

Нашими дослідженнями було встановлено, що посушливі умови у травні та серпні, а також підвищений температурний фон впродовж усього вегетаційного періоду спричинили суттєве зростання випаровування. Це

загалом погіршило водозабезпеченість рослин, знизило коефіцієнт використання елементів живлення з ґрунту та внесених добрив. Висока температура у літні місяці пришвидшувала темпи проходження фенологічних фаз, зменшуючи тривалість періоду наливу зерна. Незважаючи на підвищений рівень температур, найкритичнішою виявилася нестача опадів у періоди формування і початкового розвитку рослин та під час наливу зерна. Це позначилося на зниженні потенціалу врожайності соняшнику, особливо на варіантах без добрив та з низькими дозами добрив. За рахунок додаткового живлення у варіантах з нормою внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{80}P_{80}K_{80}$ рослини могли частково компенсувати негативний вплив погодних стресів, але загалом погодні умови 2024 р. були менш сприятливими для формування високого та стабільного врожаю в порівнянні з середньобагаторічними значеннями.

Таблиця 4

Врожайність соняшнику гібриду Алькантара
залежно від варіанту удобрення, т/га, у 2024 р.

Варіант	Урожайність, т/га	+/- до контролю
Контроль(без добрив)	1,4	–
$N_{40}P_{40}K_{40}$	1,7	0,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$	2,0	0,6
$N_{80}P_{80}K_{80}$	2,2	0,8
$НІР_{05}$	0,11	

Отже зі збільшенням дози добрив зростала і врожайність, проте найвищого значення було досягнуто за варіанта із нормою внесення по 80 кг д.р. NPK на га.

Маса 1000 насінин соняшнику є ключовим показником, який відображає не лише розмір насіння, але й його якість. Цей показник може змінюватися в залежності від генетичних характеристик сорту, умов вирощування, доступності поживних речовин та вологи. Застосування мінеральних добрив

впливало не тільки на продуктивні, а й на такі якісні показники насіння, як маса 1000 шт. насінин та олійність.

Нашими дослідженнями було встановлено (табл. 5), що погодні умови 2024 року у поєднані з рівнем мінерального живлення, істотно впливали на формування маси 1000 насінин соняшнику гібриду Алькантара. Посушливі умови у квітні–травні, коли кількість опадів була нижчою за норму, певною мірою обмежували початкове формування генеративних органів, проте в подальшому, завдяки підвищеним нормам внесення добрив, рослини мали кращу здатність використовувати наявну вологу та накопичені асимілянти. Це забезпечило більш якісне наливання насіння навіть за недостатнього вологозабезпечення в окремі періоди.

Так, на контрольному варіанті (без добрив) маса 1000 насінин становила 49,2 г. За внесення N40P40K40 спостерігалося підвищення до 50,7 г (+1,5 г до контролю), а застосування N60P60K60 сприяло зростанню цього показника до 52,5 г, що на 3,3 г більше порівняно з контролем. Максимальні норми добрив (N80P80K80) забезпечили масу 1000 насінин на рівні 53,0 г (+3,8 г до контролю).

Таблиця 5

Маса 1000 насінин соняшнику гібриду Алькантара залежно від варіанту удобрення, т/га, 2024 р.

Варіант	Маса 1000 насінин	+/- до контролю
Контроль (без добрив)	49,2	–
$N_{40}P_{40}K_{40}$	50,7	+1,5
$N_{60}P_{60}K_{60}$	52,5	+3,3
$N_{80}P_{80}K_{80}$	53,0	+3,8

Таким чином, вдосконалення мінерального живлення дозволило частково компенсувати негативний вплив посушливих періодів весняної вегетації та сприяло формуванню більш повноцінного, важчого зерна. Це, в свою чергу, є

передумовою для підвищення врожайності соняшнику та стабілізації його продуктивності у мінливих кліматичних умовах.

Вміст олії в насінні соняшника значною мірою залежить від рівня азотного живлення [2, 5, 6]. Це пояснюється тим, що насіння соняшника містить як жирові, так і білкові речовини, причому азот, який є основним елементом для синтезу білків, може знижувати частку жиру. Зокрема, такі чинники, як збільшення площі живлення рослин і надмірне застосування азотних добрив, можуть призводити до зменшення вмісту олії.

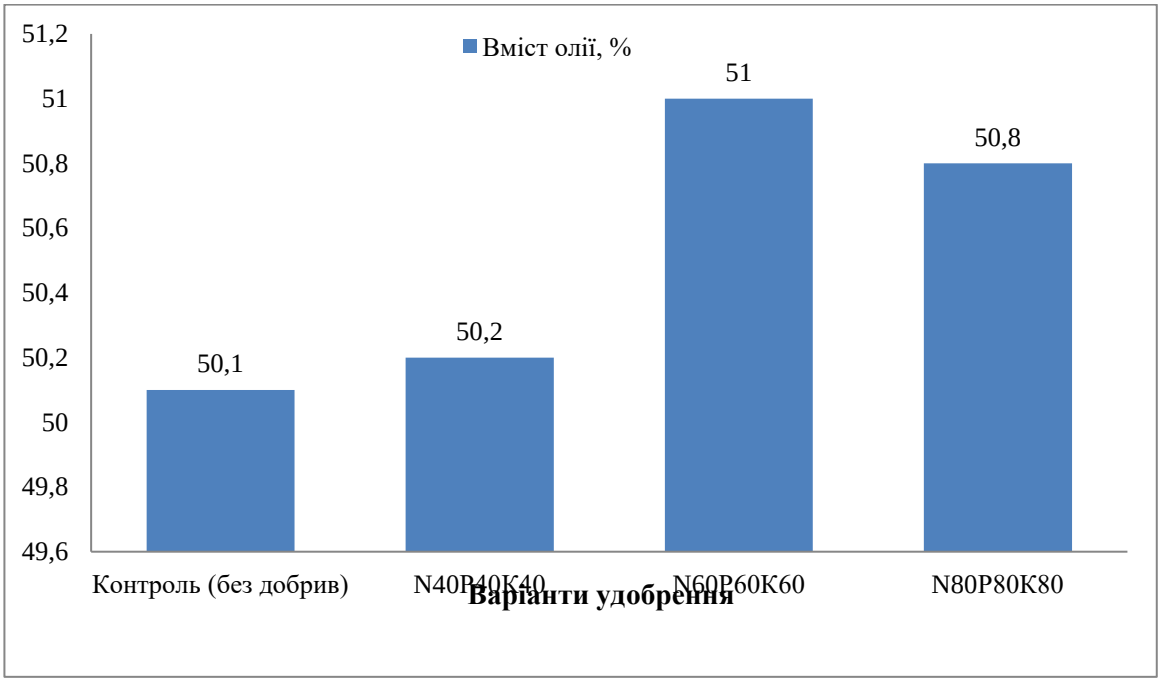


Рис 6. Вміст олії в гібриді соняшнику Алькантара залежно від варіанту удобрення,%, 2024 р.

Нашими дослідженнями було встановлено, що показники збору олії в значній мірі залежали від рівня врожайності. Найвищий вміст олії було виявлено у варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$, подальше збільшення дози до $N_{80}P_{80}K_{80}$ не призвело до збільшення олійності.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ НОРМ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПІД ГІБРИД СОНЯШНИКУ АЛЬКАНТАРА (у цінах на 01.11 2024р)

У сучасному науково-технічному світі досягнення високих показників урожайності сільськогосподарських культур стає звичною практикою. В контексті таких досягнень, питання прибутковості набуває особливої важливості. Ефективне поєднання та розроблення технологій, адаптованих до регіональних умов, може забезпечити виробництво конкурентоспроможної продукції та сприяти процвітанню сільського господарства в Україні [42].

Прибутковість вирощування та переробки соняшнику визначається комплексом різних чинників: природно-економічних умов, технологічних інновацій, наукових досягнень та інших аспектів. Для підвищення ефективності важливо звернути увагу на вимогливість культури до умов вирощування, реакцію на застосування гербіцидів та потенціал виникнення захворювань, що негативно впливають на кількість та якість врожаю [43].

Наукові дослідження підтверджують, що економічно ефективними є технології, котрі оптимізують енергетичні витрати на одиницю продукції, водночас максимізуючи продуктивність рослин [44].

Оцінка економічної вигоди від різноманітних агротехнічних практик та інноваційних технологій здійснюється за допомогою визначених економічних показників, які випливають з прийнятих стандартів і норм. Економічний успіх технологій вирощування оцінюють, використовуючи обсяги урожаю на певну площу та вартісні параметри, такі як собівартість, рентабельність, та прибутковість, що відображають ефективність удосконалених методів порівняно з традиційними. Ці показники взаємопов'язані: підвищення урожайності може зумовити зростання доходу та зниження витрат на одиницю продукції [45].

Ми провели аналіз витрат на вирощування соняшнику за варіантами удобрення, які вивчалися у дипломній роботі, щоб відкинути надмірно затратні підходи. Результати цього аналізу викладені в таблиці.

Економічні розрахунки проводили за цінами станом на 01 листопада 2024 р., так як складові змінюються досить динамічно, а завданнями сучасного конкурентного виробництва завжди було отримання рентабельної продукції.

Таблиця 5

Економічна ефективність за використання різних доз мінеральних добрив для соняшнику (станом на 1.11.2024.)

Показник	Контроль	$N_{40}P_{40}K_{40}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{80}P_{80}K_{80}$
Врожайність, ц/га	14	17	20	22
в т.ч. приріст до контролю, ц/га	0	3	6	8
Ціна реалізації, грн/ц	2240	2240	2260	2240
Вартість валової продукції, грн/га	31360	38080	45200	49280
- в т.ч. додаткова	0	6720	13840	17920
Матеріально-грошові витрати, грн./га	21400	34128	38350	42573
- в т.ч. додаткові	0	12728	16950	21173
Собівартість 1 ц зерна, грн.	1529	2008	1918	1935
Прибуток, грн/га	9960	3952	6850	6707
- т.ч. додатковий	0	-6008	-3110	-3253
Рівень рентабельності, %	46,5	11,6	17,9	15,8

Аналіз економічної ефективності показав, що зі збільшенням норм мінеральних добрив зростали витрати на їх застосування. Водночас вартість валової продукції підвищувалась завдяки збільшенню врожайності. Найвищу вартість валової продукції одержано при нормі $N_{80}P_{80}K_{80}$, яка становила 49280 грн/га, що на 17920 грн/га більше порівняно з контрольним варіантом (31360 грн/га).

Одним із головних показників, який характеризує економічну доцільність застосування добрив, є одержання прибутку. В умовах досліду найвищий

рівень чистого прибутку зафіксовано при нормі N60P60K60, де він становив 6850 грн/га. Хоча при збільшенні норм до N80P80K80 врожайність підвищувалась, прибуток зменшився до 6707 грн/га через зростання матеріально-грошових витрат.

Щодо рентабельності, найвищий рівень у 46,54% продемонстрував контрольний варіант без застосування добрив. Серед варіантів із добривами максимальна рентабельність у 17,86% була досягнута при нормі N60P60K60. Зменшення рентабельності для варіантів із добривами пов’язане з високими витратами на їх придбання та внесення.

Отже, з економічної точки зору, найдоцільнішим є застосування норми добрив N60P60K60, яка забезпечує найкращий баланс між валовим прибутком, витратами та рентабельністю.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Моделювання виробничих небезпек під час вирощування соняшнику в умовах Лівобережного Степу України

Охорона праці охоплює широкий спектр заходів, спрямованих на створення безпечних умов роботи та збереження здоров'я працівників. Вона включає законодавчі акти, технічні та санітарні норми, а також регулює трудове законодавство, промислову санітарію та безпечне використання технічних засобів у аграрному секторі [46-47].

Для всіх суб'єктів господарювання, незалежно від форми власності та виду діяльності, включаючи сільськогосподарське виробництво, діють правила охорони праці, затверджені ДНАОП 2.0.00-1.01-00 Міністерством праці та соціальної політики України. Забезпечення безпеки та охорони праці є ключовим принципом у будь-якій галузі. Основні вимоги в цій сфері в Україні визначаються Конституцією, Кодексом законів про працю, Законом України "Про охорону праці" та іншими нормативно-правовими актами, такими як укази, постанови, правила, норми, інструкції та стандарти [48].

Відповідно до вимог «Тимчасового положення про навчання і перевірку знань з питань охорони праці» спеціалісти та директор господарства проходять навчання з питань охорони праці.

У фермерському господарстві «Колос» відповідальність за організацію охорони праці покладається на директора, під керівництвом якого працює спеціаліст з охорони праці. До обов'язків цього спеціаліста належить проведення первинного інструктажу, перевірка знань працівників з питань безпеки, ведення журналу реєстрації нових співробітників та забезпечення актуальності інформаційних стендів із правилами техніки безпеки. Первинний інструктаж зазвичай проводять у спеціально облаштованому кабінеті, де використовуються навчальні плакати для візуалізації матеріалу.

Усі співробітники, як при прийнятті на роботу, так і в процесі виконання своїх професійних обов'язків, обов'язково проходять інструктаж з охорони

праці. До цього інструктажу входять навчання з надання першої медичної допомоги у разі нещасних випадків, а також ознайомлення з правилами поведінки у разі аварійних ситуацій. Усі заходи проводяться відповідно до вимог «Типового положення про навчання та перевірку знань з питань охорони праці».

Організація навчання з охорони праці покладається на відділ підготовки кадрів із залученням кваліфікованих фахівців. Працівники, які виконують роботи з підвищеним рівнем ризику, проходять спеціалізоване навчання з питань безпеки. Усі вимоги до таких робіт, зокрема порядок, форма, частота та тривалість навчання, визначені у нормативно-технічній документації організації. Спеціалісти та керівники проходять перевірку знань раз на три роки, а працівники на високоризикових роботах – щорічно.

Після завершення навчання, знання і практичні навички перевіряються з заповненням протоколу перевірки знань з охорони праці. Проте не всі працівники мають посвідчення про перевірку знань.

У господарстві всі співробітники проходять навчання та перевірку знань з пожежної безпеки, згідно з «Типовим положенням про навчання, інструктажі та перевірку знань з пожежної безпеки».

Відповідальність за організацію навчання та перевірку дотримання правил охорони праці покладена на визначену посадову особу. Недопущення до роботи осіб, які не пройшли відповідного навчання. Директор господарства забезпечує проведення медичних оглядів.

Умови праці на дільницях, де проводяться дослідження, не мають підвищеної небезпеки для життя і здоров'я працюючих, але є небезпека при роботі з хімікатами для обробітку рослин, а також при роботі з механізмами по догляду за рослинами і обробітку ґрунту.

В господарстві є відповідно укомплектований кабінет з охорони праці та забезпечення працівників засобами індивідуального захисту.

Працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) відповідно до стандартів ДНАОП 0.00-3.О1. Директор відповідає за організацію

навчань щодо правильного використання та перевірки ЗІЗ. Головний агроном контролює вибір та коректне застосування ЗІЗ, включаючи спецодяг, взуття, рукавиці, захисні окуляри, респіратори чи протигази, які підбираються індивідуально для кожного працівника на весь період роботи.

Для забезпечення відповідності стандартам охорони праці використовуються такі заходи: проведення тренінгів для працівників, впровадження безпечних робочих технологій, створення комфортних умов на робочих місцях, оптимізація виробничого середовища, вдосконалення системи управління охороною праці та посилення контролю за дотриманням правил безпеки.

Після аналізу правил охорони праці було виявлено ряд недоліків:

- Відсутність новітніх, більш ефективних технічних засобів захисту на робочих місцях, таких як огородження, блокувальні пристрої, сигналізація та контрольні системи.
- Системи освітлення не відповідають встановленим стандартам якості освітлення.
- Відсутність або неадекватність нових вентиляційних систем.
- Не реалізовані заходи щодо зменшення шуму, вібрації та інших потенційно шкідливих факторів.
- Недостатня укомплектація спеціальними механізмами для безпечної роботи на висоті.
- Відсутність більш безпечних методів транспортування вантажів.

За допомогою статистичного аналізу було вивчено випадки травматизму на виробництві. Результати дослідження виявили зростання захворювань серед працівників, особливо гострих респіраторних інфекцій, що пов’язані з роботою в несприятливих погодних умовах. Крім того, на робочих місцях виявлено наявність небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища, які можуть негативно впливати на здоров’я працівників:

- Підвищене переміщення повітря, що виникає через дефекти в кабіні трактора, нещільності віконних рам у будівлях та низьку температуру у приміщеннях.
- Робота на відкритому повітрі в умовах вологи чи дощу, яка може призводити до ослаблення і захворювань у працівників.

У фермерському господарстві «Колос» до виконання посівних робіт допускаються лише особи, які досягли 18-річного віку, не мають медичних протипоказань, пройшли необхідний інструктаж і стажування. Працівники, які не пройшли медичного огляду або не мають посвідчення для роботи з посівними агрегатами, до виконання робіт не допускаються.

Усі роботи з розбивки поля на загони здійснюються виключно в денний час. Перед початком посіву працівники обов’язково перевіряють поле на наявність сторонніх предметів, виритих ям, електричних проводів та інших можливих перешкод.

Після прибуття на робоче місце в поле облаштовується зона для відпочинку та прийому їжі, з урахуванням напрямку вітру. Також перевіряється наявність і комплектність медичної аптечки. Перед початком роботи проводиться технічний огляд агрегату, включаючи перевірку його справності, тестування сівалки в холостому режимі та перевірку наявності необхідних інструментів для очищення робочих органів. Додатково перевіряється закритість кришок насіннєвих ящиків і добривних бункерів, щоб уникнути їх випадкового відкриття під час роботи.

Перед виїздом з місця стоянки водій переконується у безпечності початку руху для оточуючих, подає сигнал і тільки після цього починає рух. У разі роботи в нічний час перевіряється справність освітлювальних приладів агрегату. Керувати посівним агрегатом дозволено лише уповноваженим особам, відповідальним за його експлуатацію.

Працівникам дозволено відпочивати та курити виключно в спеціально облаштованих місцях. Перебування сторонніх осіб на агрегаті заборонено. Усі

регулювання та перевірки робочих елементів агрегату проводяться лише при вимкненому двигуні.

Під час заправки сівалок обслуговуючому персоналу заборонено перебування на стороні, де дме вітер. Заправка насінням та добривами, регулювання маркерів та очищення сошників виконується лише після зупинки агрегату.

Робота з протруєним насінням вимагає використання захисних масок, а протруєне насіння перевозиться в спеціально позначених мішках. Рух посівних агрегатів обмежений швидкістю 3-4 км/год, при груповій роботі дотримуються дистанції не менше 30 м.

Під час руху заборонено залишати робоче місце, сидіти на не призначених для цього місцях, перевозити вантажі, відволікатися, ручне очищення сошників та висівних апаратів. Перевірка агрегату дозволяється лише після зупинки та підняття робочих органів.

По завершенню роботи агрегат очищається від забруднень, землі та залишків рослин. Залишки хімічних речовин нейтралізуються, а сам агрегат миється, бажано з використанням системи обертового водопостачання. Агрегат розміщують на паркуванні, застосовуючи упори для коліс. Робоче місце приводять у порядок. Після завершення роботи співробітники здають засоби індивідуального захисту та спецодяг на зберігання.

На підставі аналізу результатів досліджень та виявлених порушень у сфері охорони праці в фермерському господарстві "Гранд", пропонується ряд вдосконалень для усунення цих проблем та зменшення ризику травм:

1. Створення та впровадження нових технічних засобів захисту: Це включає розробку та монтаж ефективніших бар'єрів, блокувань, запобіжних систем, сигналізації та контрольних пристроїв.

2. Оновлення та реконструкція існуючих систем освітлення, для досягнення стандартів освітленості на робочих місцях

3. Розробка та встановлення нових або модернізація існуючих вентиляційних систем та пристроїв.

4. Впровадження рішень, що знижують рівні шуму, вібрації та інших шкідливих випромінювань на прийнятні рівні.

5. Застосування сигнальних кольорів та знаків безпеки відповідно до стандартів охорони праці.

6. Встановлення пристроїв, які забезпечують безпечну та зручну роботу на висоті.

7. Вжиття заходів для уникнення безпосереднього контакту працівників з небезпечними матеріалами, включаючи дистанційне керування та герметизацію устаткування.

8. Упровадження безпечніших методів транспортування різних вантажів, наприклад, через пневмотранспорт.

9. Проведення реконструкції та оновлення санітарно-побутових приміщень з додатковим оснащенням.

6.2. Охорона навколишнього природного середовища при застосуванні мінеральних добрив

Підвищення урожайності та якості сільськогосподарської продукції повинно супроводжуватися збереженням і захистом навколишнього середовища від техногенного забруднення. Впровадження природоохоронних і ресурсозберігаючих технологій, які забезпечують чистоту ґрунту, води та повітря, є необхідним кроком для зменшення негативного впливу аграрної діяльності.

Ігнорування наукових рекомендацій щодо використання добрив і недоліки у методах їх застосування можуть призводити до значного забруднення біосфери, погіршення стану довкілля та негативного впливу на здоров'я людини.

Забруднення довкілля за умов використання мінеральних добрив відбувається через недоліки у їх властивостях, хімічному складі, а також через порушення процесів виробництва, зберігання та застосування цих добрив.

Вміст нітратів у сільськогосподарській продукції варіюється в залежності від дозування та строків внесення азотних добрив, тривалості світлового дня, часу сівби та рівня освітлення, причому у затінених місцях рівень нітратів вищий.

Використання фосфорних добрив також несе серйозні екологічні ризики. Зокрема, це включає підвищення рівня фосфору у водних джерелах, що може спричинити евтрофікацію, або заростання водойм, внаслідок перенасичення водного середовища фосфором.

Калійні добрива спричиняють менше забруднення навколишнього середовища порівняно з іншими типами добрив. Однак, супутні калію елементи, такі як хлориди, сульфати та інші, можуть негативно впливати на довкілля. Крім того, хлор, який часто зустрічається у калійних добривах, може шкодити деяким культурам, таким як картопля, виноград, тютюн, цитрусові та прядильні рослини, особливо у великих кількостях.

В мінеральних добривах також можуть бути присутніми різні домішки, включаючи солі важких металів, органічні сполуки та радіоактивні ізотопи. Це пов'язано з тим, що сировина для їх виробництва, така як фосфорити, апатити та сирі калійні солі, вже містить значну кількість цих домішок (до 5% і більше). Токсичні елементи, такі як миш'як, кадмій, свинець, фтор, стронцій, слід враховувати як потенційні загрози забруднення довкілля при використанні мінеральних добрив у сільському господарстві.

Такі речовини як: ртуть, свинець, кадмій та інші важкі метали, які значно погіршують стан довкілля, вважаються особливо небезпечними з екологічної, біологічної і медичної точок зору. Хоча ґрунт акумулює забруднюючі речовини, він водночас діє як природний буфер, що пом'якшує токсичність важких металів та регулює їх потрапляння у рослини, тварин та людей. На відміну від атмосфери та гідросфери, ґрунт не має здатності до самоочищення від важких металів, вони повільно видаляються з ґрунту, що робить розробку агротехнічних заходів для зменшення їх потрапляння у рослини особливо важливою.

Важкі метали, особливо кадмій і свинець, можуть накопичуватися у живих організмах, загрожуючи здоров'ю людини через харчові ланцюги. Ці метали важко вилучити з ґрунту і вони поступово накопичуються, потрапляючи у людський організм. Головний спосіб зменшення їх рівня у рослинній продукції - розробка методів, що знижують їх мобільність у ґрунті.

При розробці заходів зменшення вмісту важких металів у рослинах, необхідно вирішувати проблеми, пов'язані з агрономічними та екологічними аспектами. Важливість агрохімічних заходів, таких як вапнування та внесення органічних добрив, полягає у зменшенні потрапляння важких металів у рослини. Проте, це може призвести до накопичення металів у ґрунті у формі малорозчинних сполук.

Таким чином, для покращення екологічного стану довкілля у зв'язку з використанням мінеральних добрив, важливо дотримуватися та вдосконалювати технології їх застосування, особливо при вирощуванні соняшнику. Це включає використання науково обґрунтованих пропорцій для внесення мінеральних добрив під різні сільськогосподарські культури.

ВИСНОВКИ

1. Збільшення норм мінеральних добрив позитивно впливало на забезпеченість орного шару ґрунту рухомими формами фосфору (P_2O_5) та калію (K_2O).

2. Найвищий вміст легкогідролізованого азоту (12,9 мг/кг ґрунту) спостерігався за внесення $N_{80}P_{80}K_{80}$. Дефіцит азоту спричиняє зниження врожайності та вмісту олії.

3. Зі збільшенням доз добрив зростала врожайність соняшника. Максимальна врожайність (2,2 т/га) була досягнута при внесенні $N_{80}P_{80}K_{80}$, що на 0,8 т/га перевищує контрольний варіант. Погодні умови, такі як посуха у квітні–травні, обмежували потенціал врожайності, проте внесення добрив частково компенсувало цей вплив.

4. Маса 1000 насінин збільшувалась із підвищенням доз добрив, досягаючи максимального значення (53,0 г) при нормі $N_{80}P_{80}K_{80}$. Найвищий вміст олії спостерігався за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$, а подальше збільшення дози не мало суттєвого впливу на цей показник.

5. Найвищий рівень рентабельності був 46,54% продемонстрував контрольний варіант без застосування добрив. Серед варіантів із добривами максимальна рентабельність у 17,86% була досягнута при нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$.

_____ _____

(дата) (підпис)

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник.- 5-те вид., виправ., допов. Львів: НВФ "Українські технології", 2020. 806 с.

2. У світі зростає попит на високоолеїновий соняшник – як цим скористаються українські сільгоспвиробники?. https://www.apk-inform.com/. URL: https://www.apk-inform.com/uk/news/1537067 (дата звернення: 08.10.2024).

3. Бахчиванжи Л. А., Дяченко Л. Е., Почколіна С. В. Сучасний стан та перспективи виробництва соняшника в Україні. *Вісник соціально-економічних досліджень*. : електрон. версія зб. наук. праць. 2013. Вип. 4, №51. С. 9–14. URL: http://vsed.oneu.edu.ua/files/full/2013/vsed_51-2013.pdf (Дата звернення 08.10.2024).

4. Аверчев О. В., Дімітрієв С. М. Сучасний стан та перспективи вирощування соняшнику в умовах краплинного зрошення Причорноморського степу України. Таврійський науковий вісник. 2017. Вип. 98 : Сільськогосподарські науки. С. 4–9.

5. Гавриш В. І. Виробництво соняшникової олії на принципах циркулярної економіки: регіональні аспекти. Modern Economics. 2023. № 37(2023). С. 37-44. DOI: https://doi.org/10.31521/modecon.V37(2023)-06.

6. Макуха соняшникова: її користь у раціоні, склад і протипоказання. https://agrozernoholding.com/ URL: https://agrozernoholding.com/zhmih-podsolnecni-polza-sostav/ (Дата звернення 09.10.2024).

7. Клименко В. В., Кравченко В. І., Боков В. М., Гуцул В. І. Технологічні основи виготовлення біопалива з рослинних відходів та їх композитів: Монографія. /За ред. В.В. Клименка. Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2017. 162 с.

8. Господаренко Г. М. Система застосування добрив: Підручник. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2022. 376 с.

9. Господаренко Г. М. Агрохімія мікроелементів. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2023. 416 с.

10. Нікітенко О. В., Поляков О. І., Махова Т. В. Вплив способів основного обробітку ґрунту на ріст, розвиток та продуктивність соняшнику в умовах Південного Степу України. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2023. Вип. 34. С. 84–96. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpiok_2023_34_10

11. Єременко О. А. Продуктивність соняшнику залежно від мінерального живлення та передпосівної обробки насіння за умов недостатнього зволоження. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. № 3. С. 25–30.

12. Господаренко Г. Удобрення соняшнику: влучно і вчасно. Пропозиція. 2019. №4. С. 58–61.

13. Вожегова Р. А., Нестерчук В. В. Продуктивність гібридів соняшнику залежно від густоти стояння рослин та систем удобрення. Агроном. 2018. № 4. С. 126–128.

14. Черенков А. В., Гасанова І. І., Солодушко М. М, Конопльова Є. Л. Рекомендації по виробництву високоякісного зерна озимих сортів пшениці і тритикале в північному Степу України. Дніпропетровськ, 2011. 22 с.

15. .Войцеховська О. С., Ковальов М. А. Особливості водоспоживання соняшнику високолеїнового типу залежно від густоти стояння рослин в умовах півдня України. Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. 2015. Вип. 94. С. 15-19. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tnveconn_2015_94_5.

16. Aruna, E., & Mohammad, S. Influence of conjunctive use of organic and inorganic source ofnutrients in rice (Oryza sativa) on crop growth, yield components, yield and soil fertility in rice-sunflower (Helianthus annuus) sequence. *Indian Journalof Agronomy.* 2005. 50(4), P. 265–268.

17. Kandil A.A., Sharief, A.E., &Odam, A.M.A. Response of some sunflower hybrids (Helianthus annuus L.) to different nitrogen fertilizer rates and plant densities. International Journal of Environment, *Agriculture and Biotechnology* (IJEAB). 2017. 2(6). P. 2978–2994. doi:10.22161/ijeab/2.6.26

18. Patil, V.D., Bavalgave, V.G., Waghmare, M.S., Kagne, S.V., & Kesare, B. J. Effect offertilizer doseson yield and quality of sunflower hybrids. *International Journalof Agricultural Science.* 2009. 5 (1). P. 40–42.

19. Кохан А. В. Біодобрива в технології вирощування соняшнику. *Збірник Інституту зернового господарства НААН України.* Дніпро. 2020. №6. С. 26–34.

20. Patil, V. D., Bavalgave, V. G., Waghmare, M. S., Kagne, S. V., & Kesare, B. J. Effect offertilizer doseson yield and quality of sunflower hybrids. *International Journalof Agricultural Science.* 2009. 5 (1). P. 40–42.

21. Мазур В. А., Дідур І. М., Циганський В. І., Маламура С. В. Формування продуктивності гібридів соняшника залежно від рівня удобрення та умов зволоження. *Сільське господарство та лісівництво.* Вінниця. 2020. № 19. С. 208–220.

22. Кононюк В. А. Соняшник – провідна культура АПК України. *Агровісник Україна.* 2017. №1. С. 47–55.

23. Каплін О. О. Вплив попередників та агротехнічних прийомів на врожайність та збір жиру з гектару поливного соняшника в умовах півдня України. *Аграрний вісник Причорномор'я.* Одеса. 2004. № 26. С. 26-32.

24. Августинович М .Б., Чумак А. О. Правила живлення соняшнику. Агроном. URL: https://www.agronom.com.ua/pravyla-zhyvlennya-sonyashnyku/ (дата звернення: 13.10.2023).

25. Удобрення соняшнику: сучасно та ефективно. Пропозиція. URL: https://propozitsiya.com/ua/udobrennya-sonyashniku-suchasno-ta-efektivno (дата звернення: 13.10.2023).

26. Ткаліч І. Д. Мамчук О. Л. Способи сівби та густота стояння рослин соняшнику гібрида Дарій. Агроном. 2011. № 1. С. 5.

27. Фурсова Г. К., Фурсов Д. І., Сергєєв В. В. Рослинництво. лабораторно-практичне завдання. Ч.ІІ. Технічні та кормові культури. Навчальний посібник/ За редакцією. Г. К. Фурсової Харків. ТО Ексклюзив, 2008. 356 с.

28. Тоцький В.М., Поляков О.І. Вплив мінеральних добрив на показники продуктивності та якості насіння гібридів соняшнику. *Науково-технічний*

бюлетень Інституту олійних культур УААН. 2009. № 14. С. 232 – 237. URL: http://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2009/14/Totckyi_14.pdf (дата звернення: 14.10.2024).

29. Коркодола М. М., Макляк К. М. Мінливість вмісту олії та білка в насінні кондитерського соняшнику залежно від агротехнічних прийомів вирощування. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН.* 2023. № 34. С. 72 – 83.

30. Нікітенко О. В., Поляков О. І., Алієва О. Ю. Застосування мінеральних та сидеральних добрив за різних систем основного обробітку ґрунту при вирощуванні соняшнику. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН.* 2022. № 32. С.73–83.

31. Поляков О. І., Щербак А.Д. Продуктивність соняшнику під впливом мінеральних добрив і регуляторів росту. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2022. № 33. С. 111–122.

32. Кудріна В. С. Формування продуктивності соняшнику залежно від елементів технології вирощування в умовах південного степу україни : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 – рослинництво. Миколаїв, 2021. 175 с.

33. Рослинництво практикум (лабораторно-практичні заняття) / Зінченко О. І., Коротєєв А. В., Каленська С. М. та ін. За ред. О.І. Зінченка. Вінниця: Нова Книга, 2008. 536 с.

34. Рослинництво /О.І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко. За ред. О. І.Зінченка. Київ: Аграрна освіта, 2003. 591 с.

35. Рослинництво за кліматичних умов Південного Сходу України / Драніщев, М.І.; Кірпічев, І.В.; Денисенко, А.І. та ін. За ред М.І. Драніщева. Луганськ : Елтон–2, 2013. 565 с.

36. Ґрунти України: навчально-методичний посібник / З. П. Паньків. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 112 с.

37. Географія Дніпропетровської області URL: https:// uk.wikipedia.org/wiki/Географія_Дніпропетровської_області (дата звернення: 18.10.2024)

38. Раїса Вожегова. Технологія вирощування соняшнику в Степу потребує вдосконалення. URL: https://medianova.com.ua/rayisa-vozhegova-tehnologiya-viroshhuvannya-sonyashniku-v-stepu-potrebuye-vdoskonalennya/ дата звернення: 18.10.2024)

39. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник/ За ред. В.О. Єщенка. Вінниця : ПП «Едельвейс і К», 2014. 332 с.

40. Агрохімічний аналіз ґрунту, рослин і добрив на лабораторно-практичних заняттях з агрономічної хімії: Навч. посібник / Карасюк І. М., Геркіял О. М., Недвига М.В., Господаренко Г. М. та ін. За ред. І. М. Карасюка. Київ : ЗАТ “Нічлава”, 2001. 192 с.

41. Господаренко Г. М. Практикум з агрохімії. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2020. 148 с.

42. Соколюк С. Ю. Розвиток підприємств аграрного сектору на засадах гармонізації інноваційних процесів: теорія і практика : монографія. Умань: «Візаві», 2019. 376 с.

43. Перетятько І. В. Економічна ефективність виробництва соняшнику в сільськогосподарських підприємствах України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2013. № 2. С.175–179.

44. Гангур В. В., Сокирко П. Г., Тоцький В. М. Урожайність та економічна ефективність вирощування соняшника за різних способів обробітку ґрунту. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2011. № 1. С. 46–48.

45. Забарський В.К., Мацибора В.І., Чалий А.А. Економіка сільського господарства. Київ. Каравелла. 2009. 264 с.

46. Охорона праці : навч. посіб. / О. І. Подольська та ін. 2-ге вид. Київ : ЦУЛ, 2017. 264 с.

47. Охорона праці в сільському господарстві (технічне обслуговування і ремонт машин сільськогосподарського виробництва) : Навч. посіб. для студ. ВНЗ / І. П. Пістун, В. В. Хом'як, Й. В. Хом'як. Суми : Унів. кн., 2007. 455 с.

48. Охорона праці в галузі : навч. посіб. / О. В. Чернівці : Рута, 2022. 263 С.

ДОДАТКИ

Додаток А

Однофакторний дисперсійний аналіз

Джерело варіації	Сумма квадратів (SS)	Ступені свободи (df)	Середній квадрат (MS)	F	p-value
Фактор (удобрення)	1.1025	3	0.3675	100.0	0.000001
Залишки	0.0294	8	0.003675		

Примітки:

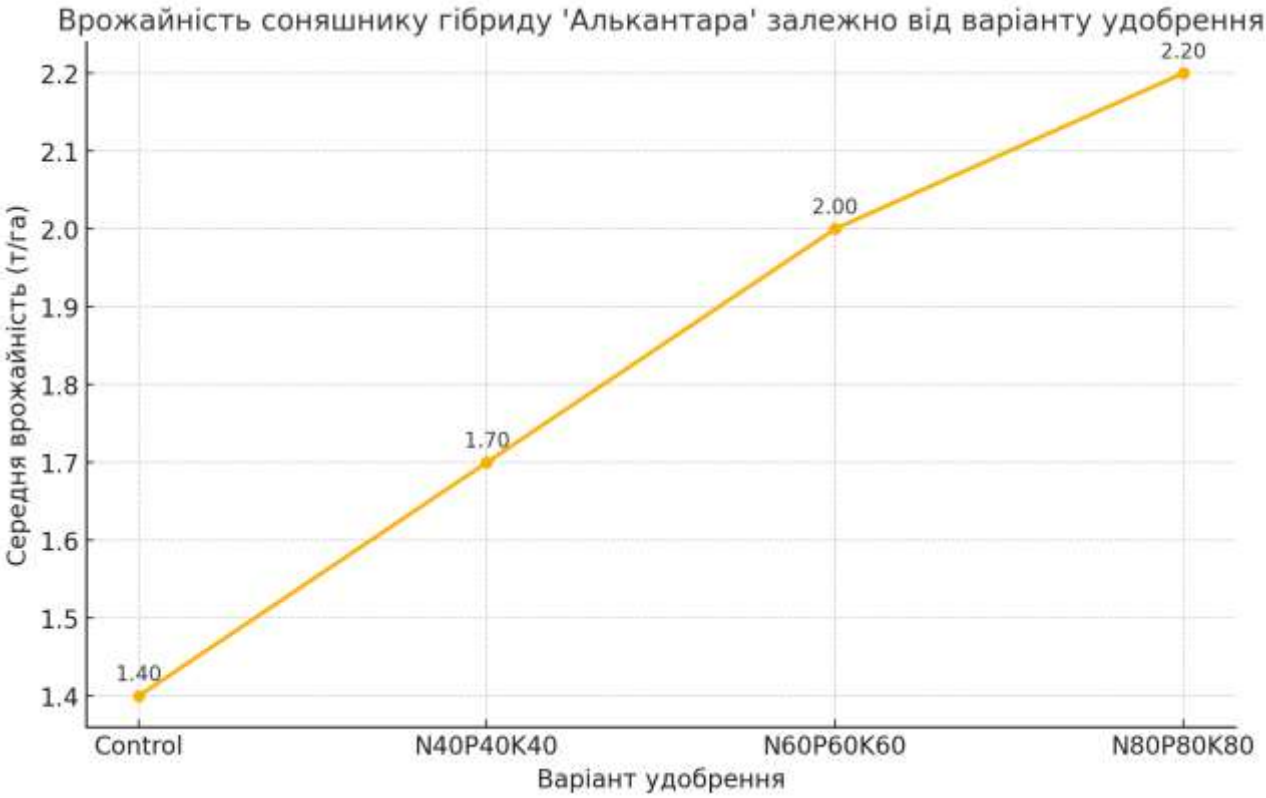
SS, df, MS, F – стандартні позначення в ANOVA.

p – значення показує рівень статистичної значущості.

Оскільки $p<0.05$, ефект удобрення на врожайність є статистично значущим. Це означає, що врожайність суттєво відрізняється залежно від варіанту удобрення.

Параметр	Значення
t_α	2.306
MS_{within}	0.003675
n (кількість повторень)	3
Формула $LSD_{0.05}$	$t_\alpha \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot MS_{\text{within}}}{n}}$
Обчислення $LSD_{0.05}$	$2.306 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0.003675}{3}}$
Проміжний розрахунок	$\sqrt{0.00245} = 0.0495$
Остаточне значення $LSD_{0.05}$	0.114

Додаток Б


Врожайність соняшнику гібриду 'Алькантара' залежно від варіанту удобрення
Середня врожайність (т/га)
2.2
2.1
2.0
1.9
1.8
1.7
1.6
1.5
1.4
1.40
1.70
2.00
2.20
Control
N40P40K40
N60P60K60
N80P80K80
Варіант удобрення

Додаток В

Технологічна карта вирощування соняшнику (без зрошення)

№ п/п	Етап вирощування	Технологічні операції	Терміни виконання	Агрегати та техніка	Затрати праці (люд.-год./га)	Матеріали та норми внесення
1	Вибір ділянки	Оцінка ґрунтових умов, pH (6.2–7.5), попередники.	Осінь попереднього року	Аналіз ґрунту (пробовідбірник, лабораторія)	0.5	-
2	Основний обробіток	Оранка на глибину 25 см.	Жовтень–листопад	Трактор МТЗ-80 + плуг ПЛН-3-35	2.0	Глибина обробітку: 25 см
3	Передпосівна підготовка	Культивація і боронування (вирівнювання ґрунту, збереження вологи).	Березень–квітень	Трактор МТЗ-82 + культиватор КПС-4	1.5	-
4	Внесення добрив	Внесення мінеральних добрив (N60P60K60).	Березень–квітень	Трактор МТЗ-80 + розкидач РУМ-5	0.8	NPK: 60-60-60 кг/га
5	Сівба	Висів насіння гібридів із застосуванням сівалок точного висіву.	Квітень–початок травня	Трактор МТЗ-82 + сівалка СУПН-8	1.2	Норма висіву: 4.5–5.5 кг/га
6	Гербіцидний захист	Обприскування ґрунтовими гербіцидами.	Травень	Alfa Evo Twin Force Eco Drive 4200/30 Stage V	0.5	Ацетохлор (1.6 л/га)
7	Міжрядний обробіток	Розпушування міжрядь для знищення бур’янів і покращення аерації ґрунту.	Травень	Трактор Т-25 + культиватор КРН-4.2	1.0	-
8	Підживлення	Позакореневе підживлення мікродобривами.	Червень	Трактор МТЗ-82 + обприскувач ОП-2000	0.5	Карбамід (10 кг/га), бор (1 кг/га)
9	Захист від шкідників	Інсектицидна обробка проти совки, скарабея.	За потреби	Alfa Evo Twin Force Eco Drive 4200/30 Stage V	0.5	Лямбда-цигалотрин (0.2 л/га)
10	Захист від хвороб	Обробка фунгіцидами (фомоз, іржа).	Червень–липень	Alfa Evo Twin Force Eco Drive 4200/30 Stage V	0.5	Тебуконазол (1 л/га)
11	Збирання врожаю	Комбайнування при вологості насіння 10–12%.	Серпень–вересень	New Holland CX 8070	1.0	Втрати врожаю: <3%