

МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії та ґрунтознавства

Допущено до захисту

« ____ » _____ 2024 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

**ВПЛИВ РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ І СТИМУЛЯТОРА
РОСТУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ СОНЯШНИКУ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ
ЛІСОСТЕПУ**

Виконав: студент II курсу групи 21 м-а

спеціальності 201 Агрономія

КОЗАК Андрій Володимирович

Керівник: ГОСПОДАРЕНКО Григорій, д. с.-г. н.,
професор

Умань – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН СОНЯШНИКА	5
1.1 Вплив основних факторів навколишнього середовища на ріст та розвиток соняшнику	5
1.2 Особливості мінерального живлення соняшника та реакція культури на різні види добрив	8
1.3 Комплексне застосування мінеральних добрив і багатофункціональних рістрегулюючих препаратів	13
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ	16
РОЗДІЛ 3. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	18
3.1. Характеристика ґрунту	18
3.2. Кліматичні та погодні умови	19
3.3. Схема досліду	21
3.4. Агротехнологія в досліді	22
3.5. Методика проведення досліджень.....	22
РОЗДІЛ 4. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ТА РІСТРЕГУЛЮЮЧИХ ПРЕПАРАТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОНЯШНИКА	24
4.1. Показники фотосинтетичної діяльності від добрив і рістрегулюючих препаратів	24
4.2. Динаміка наростання урожаю надземної біомаси соняшника залежно від добрив і рістрегулюючих препаратів	27
4.3. Особливості формування кореневої маси і продуктивності роботи коренів залежно від добрив і рістрегулюючих препаратів	29
4.4. Урожайність та якість продукції соняшника залежно від добрив і рістрегулюючих препаратів	31
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ	34
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА....	37
6.1 Модель небезпек у виробництві та заходи для їх зниження під час застосування мінеральних добрив	37
6.2 Охорона навколишнього середовища	39
ВИСНОВКИ	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	43
ДОДАТКИ	48

ВСТУП

Проблема наукового дослідження щодо особливостей живлення соняшника має велике значення для встановлення теоретичних засад застосування добрив та препаратів з поєднаним впливом. На жаль, у сучасній науковій літературі дуже мало відомостей про ті аспекти, які розглядають виправданість використання поживних елементів, зокрема мезо- та мікроелементів [1].

Мінеральне живлення соняшника є складним і тривалим процесом, який ще не досліджено повною мірою. Особливі суперечності виникають між науковими рекомендаціями та практичними підходами до використання добрив: у виробничій практиці застосовуються дози, що часто відрізняються від рекомендованих науковцями.

Маючи стійкий попит на продукцію, а відповідно і високий рівень її ліквідності, разом із стабільними ринковими цінами, соняшник приваблює виробників, що призводить до зростання його посівних площ. Разом із кількісними (зростання посівних площ) в Україні відбуваються і якісні зміни, удосконалюються технології вирощування культури і зберігання основної продукції, постійно залучаються до вирощування нові високопродуктивні і пластичні гібриди, що здатні формувати достатньо високий рівень продуктивності в жорстких посушливих умовах зони Степу. Середня врожайність соняшника в Україні за останні 20 років зросла з 0,98 т/га [2].

Об'єкт досліджень – обґрунтування агрохімічних заходів формування врожайності продукції соняшнику в умовах Правобережного Лісостепу України.

Предмет дослідження – гібрид соняшнику, стабільність прояву врожаю; рістрегулюючі препарати; норми мінеральних добрив.

Метою досліджень було визначення оптимальної комбінації, яка забезпечить ефективну взаємодію між основними мінеральними добривами та позакореневими підживленнями соняшника рістрегулюючими препаратами.

Для досягнення цієї мети було поставлено наступні завдання:

- здійснити порівняльну оцінку показників фотосинтетичної активності рослин за всіма варіантами експерименту;
- здійснити порівняльну оцінку формування сухої надземної біомаси та формування кореневої маси
- роаналізувати рівень урожайності соняшника

Наукова новизна. У своїх дослідженнях ми зосередилися на застосуванні багатофункціональних комбінованих рістрегулюючих препаратів, які, з одного боку, забезпечують безпосередній позитивний ефект, а з іншого — виступають каталізаторами для більш ефективного використання мінеральних добрив. Такий підхід є нетиповим, оскільки більшість досліджень спрямовані лише на підтвердження ефективності використання стимуляторів росту, рістрегуляторів, мікродобрив, біофунгіцидів чи біофіксаторів поживних речовин, що, безумовно, є цікавим і заслуговує уваги. Однак робіт, які розглядають багатофункціональні препарати як інструмент підсилення дії добрив, наразі дуже мало. Саме тому наше дослідження, одним із завдань якого є вивчення підсилюючого впливу добрив, є актуальним і має як теоретичне, так і практичне значення.

Практична цінність. Синергізм, що просліковується в поєднанні застосування добрив з комбінованим рістрегулюючим препаратом, відкриває можливість і доцільність вирощування соняшника без високих доз мінеральних добрив

Апробація результатів досліджень. Основні положення кваліфікаційної роботи представлялися і обговорювалися на XIII Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції «Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства»

РОЗДІЛ 1

АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН СОНЯШНИКА

1.1. Вплив основних факторів навколишнього середовища на ріст та розвиток соняшнику

Соняшник належить до теплолюбних рослин, що мають специфічні температурні потреби на різних етапах розвитку.

Проростання насіння починається вже за температури ґрунту $+2^{\circ}\text{C}$, але ефективність такого проростання низька, якщо температура нижча за $+5^{\circ}\text{C}$. За температури $+4$ – 5°C сходи з'являються через 25–28 днів, а за $+8^{\circ}\text{C}$ – через 21–23 дні. Оптимальними умовами для появи дружніх сходів є температура на глибині загортання насіння $+10$ – 12°C . При накопиченні суми ефективних температур (понад $+5^{\circ}\text{C}$) до 110 – 120°C сходи утворюються за 12 днів. Водночас насіння, яке набубнявіло, здатне зберігати життєздатність навіть при зниженні температури до -13°C . Найсприятливіша температура для проростання – 20 – 25°C , що дозволяє сходам з'явитися через 6–8 днів [1].

Сходи соняшнику можуть пошкоджуватися заморозками при температурі -5°C . У фазі передгенеративного і генеративного розвитку рослини повністю втрачають морозостійкість. Проте можлива передзимова сівба, що забезпечує їх адаптацію до таких умов [3].

За однакових умов зволоження і росту найбільша врожайність насіння соняшнику спостерігається в роки, коли налив і дозрівання проходять у прохолодну погоду з температурою 18 – 22°C . Натомість висока температура (25 – 26°C) і низька відносна вологість повітря під час формування та наливу насіння призводять до погіршення наливу та значного зниження врожайності [4, 5].

Оптимальною температурою для фотосинтезу є $+25^{\circ}\text{C}$. У природних умовах зміни температури, сонячної радіації та достатнього водозабезпечення соняшник демонструє таку закономірність: із підвищенням інтенсивності радіації найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу досягаються за підвищення температури. Однак за дефіциту вологи оптимальна температура знижується. Засвоєння вуглекислого газу припиняється при температурі $45\text{--}46^{\circ}\text{C}$ за освітленості 30 000 лк і приблизно 33°C за освітленості 3000 лк [5].

Тривалість вегетації сорту або гібрида визначає необхідну суму ефективних температур (вище 10°C), яка варіюється від 1900 до 2500°C і більше. Для скоростиглих сортів і гібридів цей показник становить близько 1850°C , для ранньостиглих – 2000°C , а для середньостиглих – 2150°C . Із загальної кількості тепла близько 62 % припадає на період від сходів до цвітіння, а 38 % – від цвітіння до досягання [3].

Соняшник, хоча й вважається посухостійкою культурою, має досить високі потреби у волозі. Його транспіраційний коефіцієнт становить 470–570. За дослідженнями академіка В. С. Пустовойта, максимальна врожайність соняшнику спостерігалася за річної кількості опадів у межах 490–680 мм.

Під час проростання насіння поглинає 70–100 % вологи від власної маси. Протягом вегетаційного періоду одна рослина використовує понад 200 літрів вод. Вимоги соняшнику до ґрунту. Найкраще росте соняшник на чорноземах і каштанових ґрунтах з нейтральною або слаболужною реакцією ґрунтового розчину рН 6,0–6,8. У лісостепових районах розміщують на сірих і темно-сірих ґрунтах. Інші вчені стверджують, що соняшник добре росте на чорноземах різних типів та каштанових ґрунтах, погано – на важких глинистих схильних до заболочування та піщаних і супіщаних ґрунтах [6].

Оптимальною для продуктивності соняшнику є щільність чорноземів $1,2\text{--}1,4\text{ г/см}^3$. Нестача кисню в ґрунті при його переущільненні або підтопленні пригнічує поглинання води, ріст коренів та пагонів, знижує продуктивність рослин. У лісостепових районах розміщують на сірих і темно-сірих ґрунтах.

Добре росте на чорноземах різних типів та каштанових ґрунтах, погано – на важких глинистих схильних до заболочування та піщаних і супіщаних ґрунтах [7].

Соняшник досить вибаглива рослина до поживних речовин. На 1 ц насіння він виносить з ґрунту: азоту – 5–6 кг, фосфору – 2,0–2,5 кг і калію 10–12 кг. Тобто при середній врожайності 20 ц/га рослини виносять з ґрунту, в середньому, 110 кг/га азоту, 50 кг/га фосфору і калію 250 кг/га. Від сходів до цвітіння соняшник поглинає 60 % азоту, 80 – фосфорної кислоти і 90 % калію від їх загального винесення з ґрунту за весь період вегетації. На ранніх фазах вегетації важливе значення має фосфорне живлення, тому внесення при сівбі суперфосфату обов'язкове [8]. Велика частина поживних речовин надходить у рослини до фази цвітіння. Внесення фосфорних і калійних добрив підвищує не тільки врожайність, а й олійність. Основну кількість добрив вносять під основний обробіток ґрунту. Азотні добрива можна вносити під весняну культивуацію, а частину фосфорних добрив вносять з посівом, але не в рядки, а збоку рядка і глибше на 2–3 см, щоб попередити зниження польової схожості насіння. Істотні прирости врожайності дає раннє підживлення рослин – у фазу 2–3 пар листків повним мінеральним добривом.и. Сумарне споживання ґрунтової вологи за вегетацію з 1 га становить від 3900 до 5800 м³.

На початку вегетаційного періоду соняшник використовує вологу переважно з верхніх шарів ґрунту, але після утворення кошика переходить на споживання вологи з глибших шарів. Рослини здатні засвоювати воду з глибини до 3 м, інколи повністю висушуючи шар ґрунту товщиною 1,5 м [9].

Розподіл споживання вологи протягом вегетації виглядає так: від сходів до формування кошика — 20–30 %, від формування кошика до цвітіння — 40–50 %, а від цвітіння до дозрівання — 30–40 %. Для отримання високого врожаю критично важливо забезпечити рослинам достатню кількість вологи у фазах цвітіння та наливу насіння, які є вирішальними для формування врожайності [2,

10]. Тому заходи зі збереження і накопичення вологи в ґрунті є основою успішного вирощування соняшнику.

Для досягнення високої продуктивності необхідна оптимальна забезпеченість вологою протягом усього вегетаційного періоду. Соняшник особливо чутливий до нестачі вологи у кілька критичних фаз. Перша з них припадає на фазу появи 1–3 пари справжніх листків, коли закладається листовий апарат рослини. Нестача вологи в цей період обмежує формування суцвіття, зменшуючи кількість квіток у кошику, що негативно впливає на майбутній урожай [11].

Погане водозабезпечення під час формування суцвіття та в період від «зірочки» до цвітіння гальмує ріст стебла і розвиток листової поверхні, знижуючи продуктивність. Крім того, дефіцит вологи в фазах цвітіння і наливу насіння значно впливає на якість і кількість врожаю: кошики стають меншими, уповільнюється утворення нових квіток, зменшується кількість насінин. Посуха в цей час є основною причиною поганого наливу насіння, що призводить до зниження запасу жирів і вуглеводів у насінні та збільшення частки білків [12].

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

Проблема наукового дослідження щодо особливостей живлення соняшника має велике значення для встановлення теоретичних засад застосування добрив та препаратів з поєднаним впливом. На жаль, у сучасній науковій літературі дуже мало відомостей про ті аспекти, які розглядають виправданість використання поживних елементів, зокрема мезо- та мікроелементів [13].

Якщо не врахувати сучасні препарати, що містять у своєму складі одночасно хелатні форми мікроелементів, мікроорганізми з фунгіцидним ефектом та стимулятори різного походження, то цей аспект проблеми

залишається невизначеним. Тому необхідно проаналізувати рівень дослідження стосовно ролі поживних речовин, їх взаємодії та ефективності використання рістрегулюючих препаратів, враховуючи, що соняшник відрізняється у характері мінерального живлення від інших культур.

Класичні та традиційні уявлення про елементи живлення соняшника не завжди відповідають сучасному стану аграрної науки, зокрема, коли мова йде про високий винос поживних речовин соняшника. Відповідно до А. Гончарова [14], винос поживних речовин у соняшника має наступні значення.

Таблиця 1.1

**Винос з урожаєм і повернення в ґрунт з поживними рештками
елементів мінерального живлення соняшником порівняно з
іншими сільськогосподарськими культурами**

Культура	Винос елементів живлення, кг/т основної продукції			Відношення основної продукції до побічної	Повернення в ґрунт елементів живлення з 1 т побічної продукції		
	N	P	K		N	P	K
Соняшник	14	31	100	1:2,1	16	8	45
Ріпак	65	19	41	1:2,7	15	7	11
Соя	57	15	20	1:1,3	12	3	5
Кукурудза	25	15	28	1:17	8	3	16
Пшениця	29	16	19	1:1,3	5	2	9

За кількістю елементів мінерального живлення, що споживається на формування одиниці основної та побічної продукції культурою, всі мінеральні речовини, розподіляються на 3 групи:

- макроелементи – азот, фосфор, калій;
- мезоелементи – кальцій, сірка, магній;
- мікроелементи – мідь, залізо, бор, марганець, молібден, цинк, кремній, молібден та ін.

Основним умовою отримання стабільних та високих врожаїв є адекватне постачання перш за все макроелементами. Азот використовується для синтезу

всіх білкових речовин. Білок - це полімер, будівельними блоками якого є амінокислоти. Жодна з амінокислот не може бути синтезована без присутності азоту. Азот є обов'язковим елементом у складі нуклеотидів, алкалоїдів, фосфатів та низки глікозидів [1,5].

Цікаво, що рослини можуть засвоювати нітрати двома способами — через темновий шлях, який відбувається як у коренях, так і частково в листях, та фотохімічний шлях, пов'язаний з використанням світлової енергії. Між цими процесами навіть виникає конкуренція за енергію світла [15].

У науковій літературі вже давно поширена думка про взаємодію між білком і жиром у насінні соняшника. Дослідження Ф.Б. Дьякова [5] вказують на те, що відбір олії з 1 гектара соняшника залежить не від того, скільки вуглеводів може створити листова поверхня, а від здатності насіння перетворювати їх в жир. Тому підвищення синтезу нежирних речовин під час пізніх азотних добрив не призводить до пригнічення процесу нагромадження жиру. Цей факт відіграє ключову роль у розробці сучасної концепції оптимального живлення соняшника, яка передбачає використання листових добрив у вигляді комплексних багатofункціональних препаратів.

Джерелом легкозасвоюваного азоту у ґрунті можуть бути метаболіти бактерій (*Nitrosomonas*, *Nitrosobakter*). Разом з деякими актиноміцетами ці бактерії перетворюють органічні сполуки у мінеральні [16].

Фосфор має важливе значення для рослин завдяки його присутності в протоплазмі та клітинних ядрах, які базуються на білках. Хоча фосфор не входить безпосередньо в склад білків, він є необхідною складовою нуклеїнових кислот, які разом з простими білками формують складні сполуки - нуклеопротейди. Крім того, фосфор також входить до складу ліпідів (фосфоліпідів та фосфатів), таких як лецитин, кефалін і інші.

В залежності від віку рослин та умов їх вирощування, співвідношення різних сполук фосфору в рослинах може різноманітно варіювати. Наприклад, в дослідях виявлено, що вміст фосфорних сполук змінювався у залежності від

доза P_2O_5 . Зауважено, що дефіцит фосфору не призводить до припинення генеративного розвитку рослин, але відзначається радикальна зміна якісних та кількісних характеристик урожаю. Фосфорна кислота непосредно бере участь у процесах дихання та бродіння. Відомо, що фосфорна кислота бере участь у фотосинтезі (первинний продукт асиміляції – фосфорноглицеринова кислота) та активізації вітамінів [17].

Фізіологи встановили, що аденозинтрифосфат (АТФ) є єдиним джерелом енергії для клітини, без якого неможливе проведення будь-якого процесу. Лише завдяки постійному розпаду макроенергетичних зв'язків відбувається видалення вільної енергії для всіх життєвих процесів в клітині [15].

Фосфор необхідний рослинам на початку вегетації. Важливо, що відсутність фосфору в цей період не може бути відновлена через додавання цієї речовини пізніше. Навіть подача достатньої кількості фосфору після його дефіциту може призвести до негативних наслідків. Тому, якщо фосфору не вистачає, його слід вносити до або перед посівом [18].

Щодо аспектів використання рослинами соняшника калію, важливим фізіологічним значенням цього елемента є здатність до синтезу та транспорту вуглеводів. Недостатність калію може призвести до ряду порушень обміну речовин, знизити активність ферментів, вплинути на обмін вуглеводів і білків, спричинити збільшення витрат органічних речовин - продуктів фотосинтезу через стимулювання дихання. Зовнішній дефіцит калію перш за все помітний на нижніх листках: вони можуть пережовтувати раніше, змінюючи колір на жовтий, потім буруються і відмирають (крайове засмагає) [16].

Соняшник є рослиною, яка потребує значної кількості калію для досягнення урожайності на рівні 20 центнерів на гектар. У цей же час, вона видалає з ґрунту лише 50 кг фосфору та 110 кг азоту для кожних 250 кг калію. Незважаючи на це, більшість соняшникових рослин, особливо на чорноземах з високим вмістом калію, не виявляють дефіциту цих елементів [19].

Більшість дослідників вважають, що роль сірки у житті рослин не досліджено належним чином, і наразі існує значна кількість наукових програм, які зосереджуються на глибокому вивченні цього елемента. Рослини соняшника починають використовувати кальцій вже на ранніх етапах вегетації, починаючи з проростання насіння. Вже наприкінці позаминулого століття Д.Н. Прянішніков показав, що нестача кальцію в проростаючому насінні ускладнює мобілізацію як запасних вуглеводів, так і азотистих речовин. Цей процес продовжується, якщо дефіцит кальцію залишається. Кальцій слугує регулятором відповідної структури протоплазми і її колоїдів. У цьому відношенні кальцій має дію, яка протилежна до дії калію. У остаточному підсумку кальцій виконує функцію регулятора стану колоїдів, контролюючи все, що формується за участю калію, щоб органи не занадто втрачали ресурси [20].

Магній грає важливу роль у біологічних процесах, оскільки входить до складу хлорофілу, необхідного для асиміляції. Він також впливає на фосфорний обмін, появляючись у фітині і допомагаючи ферментам розкладати вуглеводи. Участь магнію важлива при синтезі білків та може впливати на здоров'я рослин, зокрема соняшнику, про що свідчить поява "мармуровидного" хлорозу листя в разі дефіциту в клітинах [17].

Добрива для соняшника зазвичай застосовують під час основної обробки ґрунту. Однак такий підхід призводить до негативних наслідків, пов'язаних із тим, що тушки робляться занадто глибоко, їх перемішування з великою кількістю ґрунту та утворенням складнопроникних сполук. З іншого боку, внесення добрив навесні перед посівом також має свої недоліки через розміщення тушок у верхньому шарі, який швидко втрачає вологу [1, 9].

1.3 Комплексне застосування мінеральних добрив і багатофункціональних рістрегулюючих препаратів

Ростові регулятори –це засоби, що впливають на процеси зростання: збільшують або скорочують довжину стебла, змінюють пропорції морфологічних характеристик основних органів рослин і т.д. Одним з відомих препаратів є ССС (хлорхолінхлорід), який підвищує стійкість пшениці до повалення (Фолікур, Карамба, Церон, Конпосан Екстра, Стабілан, Шетefon, Крос та інші). Біопрепарати - це засоби, розроблені як альтернатива хімічним речовинам, які володіють широким спектром дії завдяки антагоністичним бактеріям, азотофіксуючим мікроорганізмам, фосформобілізаторам. Окремо слід виділити ад'юванти, які використовуються в широкому спектрі сфер [20].

Мінеральне живлення соняшника є складним і тривалим процесом, який ще не досліджено повною мірою. Особливі суперечності виникають між науковими рекомендаціями та практичними підходами до використання добрив: у виробничій практиці застосовуються дози, що часто відрізняються від рекомендованих науковцями [22].

На сьогодні технологія вирощування соняшника досягла високого рівня інтенсифікації. В Україні впроваджено сучасні прості гібриди інтенсивного типу, оптимізовано систему удобрення, а також активно використовується ефективна система контролю бур'янів за технологіями CLEARFIELD та EXPRESS-SUN. Крім того, впроваджено інтегровану систему захисту від хвороб і шкідників, а також сучасні методи збирання та післязбиральної обробки насіння [5, 23].

Соняшник є культурою з досить складною реакцією на рівень мінерального живлення. З одного боку, ця рослина формує значну надземну біомасу, внаслідок чого виносить із ґрунту велику кількість макро- та мікроелементів і добре реагує на внесення підвищених доз мінеральних добрив. З іншого боку, ефективність засвоєння цих добрив соняшником є невисокою: зі

збільшенням доз до $N_{90}P_{60}$ спостерігається зниження продуктивності агроценозу [24].

Крім того, підвищені дози добрив, особливо азотних, негативно впливають на якість насіння, зокрема зменшують вміст жиру. У стаціонарних дослідях, проведених Всесоюзним науково-дослідним інститутом олійних культур, отримано такі результати (табл. 5.26) [25, 26].

Таблиця 1.3

Вплив добрив на урожайність соняшника та олійність його насіння

Добриво	Урожайність, т/га	Прибавка урожайності, %	Вміст жиру в насінні, %	Збір олії з 1 га, т/га
Без добрив	2,64	-	55,3	1,40
$N_{60}P_{90}$	3,00	0,36	53,7	1,53
$N_{30}P_{60}$	2,94	0,30	53,5	1,49
$N_{60}P_{90}K_{90}$	2,96	0,32	52,5	1,48

У даному випадку спостерігаються два негативні ефекти, пов'язані зі збільшенням дози добрив: 1) приріст урожаю при дозі $N_{60}P_{90}$ практично дорівнює приросту при $N_{30}P_{90}$; 2) вміст жиру в насінні знижується на 1,6–2,8%. Ці явища поставили соняшник у ряд культур із низькою реакцією на добрива, що змусило дослідників шукати способи компенсації таких негативних наслідків [27].

Наукові роботи багатьох дослідників [28] підтверджують недоцільність застосування високих доз мінеральних добрив. Майже 50 років тому було виявлено, що використання мікроелементів може нейтралізувати їх негативний вплив на вміст жиру в насінні [4, 29].

За останні 20 років на світовому ринку з'явилися препарати нового покоління, які характеризуються поліфункціональністю і добре проявили себе не тільки як стимулятори, але й ефективні антистреси. Ці препарати (принаймні окремі) здатні підсилювати дію мінеральних добрив при дозах, які у чистому вигляді є за межами оптимуму. Наукова література, що висвітлює ефективність

таких препаратів, у переважній більшості лише констатує наявність і рівень цього ефекту, залишаючи поза увагою пошук зв'язків, що обумовлюють інтеграційну дію. Тому було поставлено завдання простежити за взаємодією добрив і препаратів на можливість наявності синергізму [30].

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Характеристика міжлінійного гібриду соняшнику *Аламо* (оригіратор Euralis)

Для дослідження було обрано простий міжлінійний гібрид соняшнику *Аламо* (оригіратор Euralis).

Це простий міжлінійний гібрид соняшнику на стерильній основі. Сходи зелені, гіпокотиль має слабе антоціанове забарвлення. Листки середнього розміру, серцеподібної форми, зелені, без антоціану, з трохи горбкуватою поверхнею.

Стебло прямостояче, нерозгалужене, висотою до 170 см. Кошик середнього розміру, плоский і тонкий. Насіння має панцирний тип, продовгувату форму, чорне з сірими смужками. Маса 1000 насінин становить 50–60 г. Вміст олії в насінні — 52,8%, білка — 15,1%, лузжистість — 21%.

Гібрид належить до середньоранньої групи, а його вегетаційний період становить 123 дні (за даними випробувань). Відзначається високою стійкістю до вилягання та осипання. Ураження хворобами мінімальне: вівчок — 0%, гнилі — 9,3%, іржа — 6,0%.

Середня врожайність у зоні Лісостепу за роки випробувань становила 30,5 ц/га, що на 22,5% перевищує національні стандарти. Потенційний урожай — до 41,1 ц/га.

1.2 Характеристика препаратів

Для дослідження було обрано сучасні комбіновані мультифункціональні препарати: Вуксал (Німеччина), Фітомаре (Туреччина) і Хелафіт Комбі (Україна).

Вуксал є добре відомим у світовій практиці брендом, який використовується як комплексне мікродобриво з хелатними формами мікроелементів.

Фітомаре — це препарат на основі екстракту морських водоростей *Agrophylum nodosum*, збагачений комплексом NPK, бором і молібденом. Він вирізняється високою антистресовою дією.

Хелафіт Комбі поєднує кілька властивостей, зокрема фунгіцидну, стимулюючу, поживну та антистресову дії.

РОЗДІЛ 3.

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Характеристика ґрунту

Експериментальні дослідження проводилися у фермерському господарстві ТОВ «Світанок-Агросвіт» (Вінницька область, Гайсинський район), протягом 2024 рр. на чорноземі опідзоленому середньосуглинковий.

Чорнозем опідзолений середньосуглинковий Гайсинського району сформувався на лесових породах у зоні Лісостепу України. Цей ґрунт характеризується високою природною родючістю та сприятливими агрофізичними властивостями. Основою його формування були багаторічні степові й лісові біоценози, які зумовили наявність гумусового горизонту з помітними ознаками вилугування.

Морфологічні ознаки:

1. Гумусовий горизонт:

- Потужний, темно-сірого кольору, глибина 30–40 см.
- Структура дрібно-грудкувата, що забезпечує хорошу водопроникність.
- Вміст гумусу коливається в межах 4,5–5,5%.

2. Перехідний горизонт:

- Сірого кольору, з борошнистою присипкою карбонатів на глибині 120–140 см.
- Виражена грудкувато-призматична структура.

3. Підґрунтя:

- Світліше, з помітними карбонатними включеннями ("скипання" карбонатів).

Агрохімічні показники:

Кислотність: слабокисла або близька до нейтральної (рН 6,2–6,8).

Забезпеченість елементами живлення:

- Азот — середній вміст, значна частина доступна для рослин.
- Фосфор і калій — помірна забезпеченість, залежно від агротехнічного впливу.

Ємність катіонного обміну: висока, ґрунт добре насичений основами (до 80–85%).

Фізико-механічні властивості:

- Текстура: середньосуглинкова, з хорошою вологоємністю та достатньою аерацією.
- Водопроникність: середня, забезпечує ефективний водний режим.
- Щільність складення: 1,1–1,3 г/см³, що сприяє розвитку кореневої системи.

Ґрунт має сприятливі умови для сільськогосподарського виробництва завдяки:

- оптимальному водно-повітряному режиму;
- високій біологічній активності (значна чисельність ґрунтових мікроорганізмів);
- здатності до збереження родючості при правильному обробітку.

Чорнозем опідзолений середньосуглинковий широко застосовується для вирощування зернових, технічних (соняшник, ріпак) і кормових культур. За дотримання системи раціонального удобрення та сівозміни він забезпечує стабільно високі врожаї [31].

3.2. Погодні умови

Клімат Вінницької області, як і більшості лісостепових районів Правобережної України, помірно континентальний. Він характеризується тривалим м'яким літом із достатньою кількістю вологи та відносно короткою, м'якою зимою.

Завдяки своєму географічному розташуванню область перебуває під впливом різних повітряних мас: вологих атлантичних, сухих і холодних континентальних з Сибіру, арктичних, а також теплих середземноморських.

Вінницька область розташована у межах помірного кліматичного поясу. Географічне положення міста визначається координатами 49° північної широти, що ставить його на 49° від екватора і 41° від Північного полюса. Місто знаходиться за 26° на північ від тропіків і за 17° на південь від полярного кола, що зумовлює помірний клімат із вираженою сезонністю.

Найхолоднішим місяцем у всій області є січень, найтеплішим – липень. Середня амплітуда коливань температури протягом року не перевищує 25°. Під впливом континентальних повітряних мас іноді буває, що взимку температура повітря в окремі дні опускається навіть до -32 ° ... - 38 °. Влітку температура іноді піднімається до +37 °

Максимум опадів випадає з травня по липень (130-170 мм). Найменш вологі зимові місяці. У грудні-лютому вона падає з 65 до 80 мм. Середньорічна кількість опадів по області становить 440-590 мм. На холодну пору року припадає 20-25% річної кількості опадів.

Дані погодних умов за період досліджень представлено у таблиці 3.1

У 2024 році кліматичні умови в регіоні відповідали помірно-континентальному типу з вираженою сезонністю. Зима була відносно м'якою: середні температури коливалися близько -1,5°C у січні і 0,1°C у лютому, з помірною кількістю опадів (28–35 мм). Весна відзначалася поступовим потеплінням, з максимумом до 16,7°C у травні, коли також випала найбільша кількість опадів серед весняних місяців – 62 мм.

Літо було теплим і порівняно сухим. Найвищі середні температури спостерігалися у липні (24°C), а найбільші опади зафіксовані в червні (72 мм), що сприяло розвитку аграрних культур. Осінь принесла помітне зниження температур і зменшення кількості опадів, особливо у жовтні.

Таблиця 3.1

Погодні умови у період досліджень (дані метеостанції Гайсин, 2024р)

Місяць	Середня температура (°C)	Кількість опадів (мм)
Січень	-1,5	35
Лютий	0,1	28
Березень	5,2	33
Квітень	11,8	45
Травень	16,7	62
Червень	21,3	72
Липень	24,0	60
Серпень	23,6	58
Вересень	18,4	42
Жовтень	10,2	37

Такі погодні умови загалом сприятливі для сільськогосподарських робіт, хоча певні коливання температур і опадів вимагали коригування агротехнічних заходів

3.3. Схема дослідю

Полеві дослідю проводилися протягом 2024 року у ТОВ "СВІТАНОК-АГРОСВІТ Вінницької області на чорноземі опідзоленому.

Експерименти здійснювали шляхом закладання двофакторного дослідю.

Фактор А — фони мінерального живлення, які створювали шляхом внесення добрив під основний обробіток ґрунту, зокрема:

1. Контроль (без добрив).
2. N₃₀P₄₅.
3. N₆₀P₉₀.

Фактор В — обробка рослин соняшника рістрегулюючими препаратами, які вносили на кожному фоні мінерального живлення:

1. Вуксал — 4,5 л/га.

2. Фітомаре — 0,4 л/га.
3. Хелафіт Комбі — 1 л/га.

Препарати застосовували у формі позакореневих підживлень у міжфазний період росту (розтягування міжвузлів) і на початку формування кошика (стадія «зірочки»).

3.4. Агротехніка в досліді

Попередник для соняшника— ячмінь ярий. Лушення стерні у два сліди. Оранка на глибину 25 – 27 см. Боронування зябу. Внесення ґрунтового гербіциду Дуал Голд (д. р. С – метолахлор, 960 г/л). Передпосівна культивация. Сівба (третя декада квітня) з внесенням добрив (ширина міжряддя – 70 см, з нормою висіву – 60 тис. га). Міжрядна культивация. Обробка рослин пестицидами у фазі бутонізації (Дерозал або Карбезим з д. р. карбендазим, 500 г/л). Збір врожаю методом прямого комбайнування.

3.5. Методика проведення досліджень

Дослідження проводили за методикою польового досліду Б.А. Доспехова.

Площу листової поверхні, фотосинтетичний потенціал та чисту продуктивність фотосинтезу обчислювали за методикою А.А. Нічипоровича і в модифікації [32].

Було проведено вимірювання площі листової поверхні на різних етапах розвитку рослин. Також було визначено урожай сухої надземної біомаси, на основі якого були розраховані фотосинтетичний потенціал (ФП) та чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) за відповідними формулами.

$$\text{ФП} = S_{\text{сер}} * T;$$

$$\text{ЧПФ} = (Y_2 - Y_1) / \text{ФП};$$

де $S_{\text{сер}}$ – середня площа листа за аналітичний період; T – тривалість періоду;

U_1 – урожайність сухої біомаси на початку періоду; U_2 – урожайність сухої біомаси в кінці періоду.

Для аналізу кореневої системи використовувався шар ґрунту глибиною 0–50 см. Корені очищали, сушили та вимірювали в різних шарах: 0–10 см; 10–20 см; 20–30 см; 30–40 см; 40–50 см.

Урожай обліковували шляхом суцільного обмолоту всієї площі облікової ділянки у фазі повної стиглості зерна за допомогою комбайна. Бункерну врожайність з кожної ділянки зважували безпосередньо в полі. Після зважування відбирали середні зразки масою 2 кг для аналізу вологості, маси 1000 насінин, чистоти, натури та інших показників якості зерна і насіння.

Зважування урожаю проводили з точністю до 0,1 кг. Врожайність зерна і насіння визначали після очищення та перерахунку на стандартну вологість: для олійних — 7 %.

Економічна ефективність різних варіантів дослідів визначалась згідно методик [33]. Розрахунки проведені за фактичними витратами, що передбачені технологіями вирощування сільськогосподарських культур.

РОЗДІЛ 4

ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ТА РІСТРЕГУЛЮЮЧИХ ПРЕПАРАТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОНЯШНИКА

4.1 Показники фотосинтетичної діяльності від добрив і рістрегулюючих препаратів

Листя відіграють важливу роль у процесі росту рослин. Ці органи забезпечують фотосинтез та вироблення органічних речовин. Деякі експерти навіть рекомендують використовувати показники листової поверхні для передбачення врожайності. Одним з перших, хто звернув увагу на цей аспект, був відомий фізіолог О.О. Нічіпорович. Багато дослідників встановили оптимальну площу листової поверхні та підкреслили негативний вплив її занадто великого розміру. Наприклад, соняшник має міцну листову поверхню, розміри якої можуть досягати 50-80 тисяч метрів квадратних на гектар. Проте це листя не зберігається довго, оскільки доньки рослини швидко припиняють фотосинтез та зменшується загальна площа листя. Листя соняшника формуються протягом 35–40 днів від посіву до початку розвитку квітконосів та випускаються 18–20 листків на кожній рослині. Форма листя соняшника – це кругла пластина з діаметром близько 20 см [23].

Було проведено вимірювання площі листової поверхні на різних етапах розвитку рослин. Також було визначено урожай сухої надземної біомаси, на основі якого були розраховані фотосинтетичний потенціал (ФП) та чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) за відповідними формулами.

Отримані узагальнені цих розрахунків наведено в таблиці 4.1

Якщо провести оцінку ефективності дії добрив і препаратів за їх кількістю, можна помітити, як обидва фактори впливають на розмір листків і фотосинтетичний потенціал агроценозу.

Таблиця 4.1

Основні показники фотосинтетичної діяльності рослин соняшника у міжфазний період формування кошика – цвітіння, середні за 2024 р.

Фон живлення	Препарат	Площа лис ^т я тис.м ² /га			Тривалість періоду, діб	Фотосинтетичний потенціал тис.м ² /га*діб	Приріст сухої надземної біомаси, т/га	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ² задобу
		початок періоду	кінець періоду	середня				
Без добрив	Без препаратів (чиста вода)	21,1	33,3	27,2	33	898	2,82	3,13
	Вуксал	23,1	34,7	28,9	33	954	2,94	3,07
	Фітомаре	22,2	34,7	28,0	35	980	3,01	3,07
	Хелафіт Комбі	23,4	35,5	30,0	34	1020	3,11	3,06
N30P45	Без препаратів (чиста вода)	22,7	34,2	28,5	36	1026	2,98	2,90
	Вуксал	24,1	35,2	29,7	36	1069	3,09	2,88
	Фітомаре	24,0	36,0	30,0	37	1110	3,13	2,82
	Хелафіт Комбі	24,8	37,1	32,0	37	1184	3,24	2,73
N60P90	Без препаратів (чиста вода)	24,0	34,2	29,1	37	1073	3,07	2,86
	Вуксал	25,3	37,0	31,2	37	1147	3,15	2,74
	Фітомаре	25,0	37,0	31,0	38	1178	3,15	2,67
	Хелафіт Комбі	26,3	38,1	32,2	38	1224	3,38	2,75

Збільшення фотосинтетичного потенціалу не лише залежить від площі листя, але й від тривалості їхньої активної роботи. У контрольному варіанті період між формуванням кошика і цвітінням тривав у середньому 33 дні, тоді як у варіанті з добривами ($N_{60}P_{90}$) та препаратом Хелафіт Комбі цей період був на 5 днів довший. Якщо б ми вважали, що фотосинтетичний потенціал залежить виключно від середньої площі листя, то цей показник становив би не 1224, а 1063 тис.м²/га * діб, тобто на 15% менше. Загалом, ми можемо спостерігати покращення прямої дії добрив і препаратів завдяки подовженню періоду їхньої дії.

Показник ЧПФ, який вказує на якість, виявився дуже вразливим до використання добрив та препаратів, причому виявлено зворотню залежність: відсутність добрив призводила до середнього рівня 3,09 г/м² за добу, а використання $N_{30}P_{45}$ та $N_{60}P_{90}$ зменшувало цей показник на 8 % та 10 % відповідно. Такий результат свідчить про те, що збільшення асимілюючої поверхні рослин сприяє росту надземної біомаси, що є результатом екстенсивного процесу. В цьому контексті важливо продовжувати пошук і розробку методів впливу на інтенсивність фотосинтезу.

4.2 Динаміка наростання урожаю надземної біомаси соняшника залежно від добрив і рістрегулюючих препаратів

Важливим показником, який вказує на стан розвитку рослин, є врожай надземної біомаси, який характеризує інтегральний аспект. У рослин, таких як соняшник та інші поліпшені культури, нагромадження органічної біомаси відбувається нерівномірно протягом періоду вегетації. У перший час рослини мають повільний темп формування біомаси, після чого процес починає набирати швидкості, а наприкінці вегетації знову уповільнюється. Цей цикл повторюється в різні погодні роки, що свідчить про генетично детермінований характер самого процесу вегетативного розвитку [29].

Результати наших обліків показали, що найвищий урожай сухої біомаси сформувався у разі комбінованого застосування добрив й препаратів (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

**Динаміка формування абсолютно сухої надземної біомаси соняшника
залежно від добрив і препаратів, (2024 р), т/га**

Фон живлення	Препарат	Урожай біомаси, т/га		
		початок формування кошика	цвітіння	повна стиглість
Без добрив	Без препаратів	2,9	5,1	7,2
	Вуксал	3,1	5,4	7,7
	Фітомаре	3,1	5,4	7,7
	Хелафіт Комбі	3,0	5,5	7,9
N ₃₀ P ₄₅	Без препаратів	3,5	6,0	7,8
	Вуксал	3,5	6,2	8,1
	Фітомаре	3,5	6,3	8,3
	Хелафіт Комбі	3,5	6,5	8,5
N ₆₀ P ₉₀	Без препаратів	4,0	6,4	8,1
	Вуксал	4,0	6,7	8,5
	Фітомаре	4,0	6,8	8,5
	Хелафіт Комбі	4,0	6,9	8,8

Вплив добрив на рослини проявляється швидко: вже на початку вегетації відзначається позитивний результат. Дослідження показали, що внесення добрив у дозі N₃₀P₄₅ збільшило біомасу на 0,6 тонн на гектар, доза N₆₀P₉₀ викликала зріст на 1,0 тонну на гектар, що відповідає збільшенню на 20% та

33% відповідно. Однак спостереження вказують на зменшення позитивного впливу добрив з часом: врожайність на етапі цвітіння зросла лише на 11,6% для дози $N_{30}P_{45}$ та на 12,6% для дози $N_{60}P_{90}$. На етапі повної стиглості приріст урожаю від добрив був ще менш значним: лише 7,6% для $N_{30}P_{45}$ та 11,8% для $N_{60}P_{90}$. Найбільш значний ефект від добрив спостерігався у соняшнику на початковому етапі вегетації, що пояснює поступове зниження їх ефективності при збільшенні дози.

Позитивна дія препаратів простежується, починаючи з фази цвітіння, препарати сприяли зростанню біомаси на 8–10%, а у фазі повної стиглості рівень прибавки залишався на однаковому рівні (9,7%).

На удобрених фонах препарати дещо знизили свою ефективність, але у максимумі вони давали майже такі ж прибавки, як і на фоні без добрив (8,6–9,0%).

Під час аналізу наукової літератури встановлено, що наші висновки щодо впливу добрив і препаратів на зростання урожаю біомаси є достатньо прогнозованими.

4.3 Особливості формування кореневої маси і продуктивності роботи коренів залежно від добрив і рістрегулюючих препаратів

Коренева система соняшника дуже чутлива до змін у навколишньому середовищі. У періоди гострих посух вона проникає глибше у ґрунт, а в умовах вологості розташовується ближче до поверхні. Використання мінеральних добрив може мати різний вплив на корінну систему, змінюючи обсяг коренів та їх положення у ґрунті. Деякі досліджувані препарати містять цитокиніни або інші ростові стимулятори, які допомагають активувати розвиток кореневої системи.

Для аналізу кореневої системи використовувався шар ґрунту глибиною 0–50 см. Корені очищали, сушили та вимірювали в різних шарах: 0–10 см; 10–20 см; 20–30 см; 30–40 см; 40–50 см (4.3).

Таблиця 4.3

**Абсолютно суха маса коренів соняшника залежно від добрив і препаратів,
т/га**

Фон живлення (А)	Препарати (В)	ПФК	Ц	ПС
Без добрив	Без препаратів	1,25	2,82	3,76
	Вуксал	1,25	2,90	3,86
	Фітомаре	1,25	2,82	3,78
	Хелафіт Комбі	1,26	2,99	3,90
N ₃₀ P ₄₅	Без препаратів	1,30	2,92	3,87
	Вуксал	1,30	2,97	3,89
	Фітомаре	1,30	2,92	3,88
	Хелафіт Комбі	1,30	3,08	3,95
N ₆₀ P ₉₀	Без препаратів	1,31	2,96	3,89
	Вуксал	1,31	3,00	3,91
	Фітомаре	1,31	2,98	3,89
	Хелафіт Комбі	1,31	3,12	4,09
НІР05,Т	А	0,04	0,07	0,09
	В	0,07	0,06	0,11
	АВ	0,09	0,09	0,12

Примітка : ПФК – початок формування кошика; Ц – цвітіння; ПС – повна стиглість

Аналіз отриманих даних показує, що реакція соняшника на розвиток кореневої системи відзначається низьким показником відгуку на добрива. У порівнянні з контролем максимальне зростання кореневої маси за дозою $N_{60}P_{90}$ становило 0,11 тонн на гектар на етапі повної стиглості. При збільшенні дози з $N_{30}P_{45}$ до $N_{60}P_{90}$ відсутнє істотне зростання маси коренів.

Хелафіт Комбі виявився найефективнішим препаратом для розвитку кореневої системи серед усіх досліджених засобів. Зростання маси коренів на глибині 0-50 см було математично підтверджено і досягало максимуму в 5,7% в порівнянні з контрольною групою (на стадії цвітіння). Вплив Хелафіту Комбі на масу кореневої системи на добривом удобрених ґрунтах був подібним до впливу на ґрунт без добрив. Після стадії цвітіння і до повної стиглості рослин стимулююча дія Хелафіту Комбі залишалася, але її інтенсивність з часом зменшувалася.

4.4 Урожайність та якість продукції соняшника залежно від добриві рістрегулюючих препаратів

Уапродовж дослідження спостерігається стійке зростання урожаю від комбінованого застосування добрив і препаратів (табл. 4.4).

Внесення добрив у дозі $N_{30}P_{45}$ забезпечувало підвищення врожайності на 0,14 т/га. Збільшення дози до $N_{60}P_{90}$ сприяло додатковому приросту врожаю на 0,05 т/га, що свідчить про відносно помірну ефективність високих доз мінеральних добрив при вирощуванні соняшника. Проте така ефективність спостерігалася лише за умов внесення добрив без застосування багатофункціональних рістрегулюючих препаратів. Водночас підживлення рослин препаратом "Фітомаре" при дозі $N_{60}P_{90}$ забезпечило приріст врожаю на 0,19 т/га порівняно з дозою $N_{30}P_{45}$. Найкращі результати продемонстрував

препарат "Хелафіт Комбі", що спричинив збільшення врожайності на 0,31 т/га у порівнянні з дозою $N_{30}P_{45}$

Таблиця 4.4

Урожайність соняшника залежно від добрив і препаратів, т/га

Фон живлення (А)	Препарат (В)	Урожайність, т/га
Без добрив	Без препаратів	2,21
	Вуксал	2,33
	Фітомаре	2,34
	Хелафіт Комбі	2,43
$N_{30}P_{45}$	Без препаратів	2,35
	Вуксал	2,42
	Фітомаре	2,49
	Хелафіт Комбі	2,55
$N_{60}P_{90}$	Без препаратів	2,40
	Вуксал	2,50
	Фітомаре	2,54
	Хелафіт Комбі	2,66
$НІР_{05, т/га}$	А	0,21
	В	0,13
	АВ	0,19

Дослідження підтвердили наявність синергетичного ефекту при поєднаному застосуванні високих доз добрив та препарату "Хелафіт Комбі". Зокрема, приріст врожайності від "Хелафіту Комбі" становив 0,22 т/га, а від добрив $N_{60}P_{90}$ – 0,19 т/га, що разом забезпечувало приріст на 0,41 т/га. Проте

комбіноване використання добрив $N_{60}P_{90}$ та "Хелафіту Комбі" дало приріст врожайності у порівнянні з контролем 0,45 т/га, перевищивши сумарний ефект від обох факторів окремо. Це яскраво демонструє синергетичну дію добрив і рістрегулюючого препарату. Такий підхід не лише підвищує ефективність використання ресурсів, а й стає важливим засобом для подолання низької продуктивності високих доз добрив при вирощуванні соняшника.

Таким чином, комбіноване застосування добрив і препаратів підвищує урожайність.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ

До складу прямих витрат на вирощування соняшника входили витрати на оренду земельних ділянок, вартість паливно-мастильних матеріалів, необхідних для реалізації технологічних схем вирощування, насіннєвий матеріал, мінеральні добрива, засоби захисту рослин, оплату праці, податки та нарахування, а також інші безпосередні витрати.

Для економічної оцінки були розраховані виробничі витрати та вартість отриманої основної продукції. На основі цих даних визначено ключові економічні показники, такі як чистий прибуток та рівень рентабельності. Ці показники використовувалися для оцінки ефективності різних технологій вирощування польових культур.

Економічний аналіз базувався на зіставленні вартості отриманої продукції з виробничими витратами, враховуючи розрахунки як для всієї товарної продукції, так і для прибавки врожаю. Було виконано оцінку загальної вартості отриманої продукції залежно від досліджуваних факторів [33].

Економічні показники ефективності вирощування соняшника залежно від добрив і багатофункціональних рістрегулюючих речовин наведено нижче (табл. 6.1).

Розрахунок загальних виробничих витрат включає вартість стандартної технології (11420 грн/га), а також витрати на добрива, багатофункціональні препарати та їх внесення. Витрати на добрива складають: для норми $N_{30}P_{45}$ — 2240 грн/га, для норми $N_{60}P_{90}$ — 4365 грн/га. Витрати на внесення препаратів розподілилися наступним чином:

- Вуксал (277 грн/л) при нормі 1 л/га: $277 \text{ грн} + 120 \text{ грн (внесення)} = 397 \text{ грн/га}$;
- Фітомаре (558 грн/л) при нормі 0,5 л/га: $558 \text{ грн} \times 0,5 + 120 \text{ грн} = 399 \text{ грн/га}$;
- Хелафіт Комбі (165 грн/л) при нормі 1 л/га: $165 \text{ грн} + 120 \text{ грн} = 285 \text{ грн/га}$.

Таблиця 6.11

**Економічна ефективність вирощування соняшнику залежно від
добриві багатофункціональних препаратів)**

Фон живлення (А)	Препарат (В)	Урожай- ність, т/га	Вироб- ничі витрати, грн/га	Вартість продукції, грн/га	Прибу- ток, грн/га	Рента- бельність, %
Без добрив	Без препаратів	2,21	11420	22100	10680	93,5
	Вуксал	2,33	11817	23300	11483	97,2
	Фітомаре	2,34	11819	23400	11581	98,0
	Хелафіт Комбі	2,43	11705	24300	12595	107,6
N ₃₀ P ₄₅	Без препаратів	2,35	13660	23500	9840	72,0
	Вуксал	2,42	14057	24200	10143	72,2
	Фітомаре	2,49	14059	24900	10841	77,1
	Хелафіт Комбі	2,55	13945	25500	11555	82,9
N ₆₀ P ₉₀	Без препаратів	2,40	15785	24000	8215	52,0
	Вуксал	2,50	16182	25000	8818	54,5
	Фітомаре	2,54	16184	25400	9216	56,9
	Хелафіт Комбі	2,66	16070	26600	10530	65,5

Економічний аналіз показав, що добрива і препарати, як окремо, так і в комбінації, позитивно впливають на врожайність і вартість отриманої продукції. Найвища вартість продукції — 26 600 грн/га — була досягнута за застосування комбінованого препарату Хелафіт Комбі у поєднанні з нормою добрив N₆₀P₉₀. Однак, найвищий рівень рентабельності — 107,6% — спостерігався за обробки препаратом Хелафіт Комбі без внесення добрив.

При цьому за використання високих доз добрив ($N_{60}P_{90}$) рівень рентабельності знизився майже вдвічі, що свідчить про економічну недоцільність застосування великих доз мінеральних добрив.

Хоча рівень рентабельності є важливим показником, він не може бути головною основою економічного аналізу. Вирішальним залишається показник чистого прибутку, який визначає фактичний дохід з кожного гектара ріллі.

РОЗДІЛ 6.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Модель небезпек у виробництві та заходи для їх зниження під час застосування мінеральних добрив

Застосування мінеральних добрив у сільськогосподарському виробництві супроводжується ризиками для працівників, навколишнього середовища та продукції. Виявлення небезпек та розробка ефективних заходів для їх зниження є важливим аспектом забезпечення сталого розвитку аграрного сектору [34, 35].

Модель небезпек у процесі застосування мінеральних добрив можна поділити на три основні групи:

1. Хімічні небезпеки:

- Отруєння при контакті з добривами або вдиханні парів.
- Накопичення токсичних речовин у ґрунті та воді.

2. Фізичні небезпеки:

- Травми під час транспортування або завантаження добрив.
- Пожежо- та вибухонебезпечність при використанні аміачних добрив.

3. Біологічні небезпеки:

- Небезпека зміни ґрунтової мікрофлори.
- Ускладнення екосистеми через надмірне насичення азотом.

Для кожної категорії небезпек визначено комплекс заходів:

1. Зменшення хімічних ризиків:

- Використання засобів індивідуального захисту (маски, рукавички, захисний одяг).
- Контроль за нормами внесення добрив, щоб уникнути їх перевищення.

2. Запобігання фізичним травмам:

- Проведення інструктажів із техніки безпеки перед початком роботи.
- Використання автоматизованого обладнання для мінімізації ручної праці.

3. Мінімізація біологічних ризиків:

- Чітке дотримання агротехнічних рекомендацій щодо сівозміни.
- Використання екологічно безпечних добрив або їх біоаналоги.

Щоб запобігти шкідливій і небезпечній дії мінеральних добрив на організм людини, необхідно суворо дотримуватись вимог спеціальних правил і ретельно стежити за правильним вибором засобів індивідуального захисту. Усі особи, що працюють із пестицидами, повинні бути повністю забезпечені засобами індивідуального захисту, які підбирають залежно від властивостей пестицидів і отрутохімікатів

Якщо правила безпеки та експлуатації машин не дотримуються, то це сприяє виникненню небезпечних ситуацій (НС). Початковою ланкою для виникнення (НС) є небезпечна умова (НУ) [36, 37].

Небезпечна ситуація неминуchoю призводить до травми (Т). Модель небезпечних і шкідливих виробничих умов, ситуацій та факторів, при виконанні польових робіт можна зобразити такою схемою (рис. 6.1).

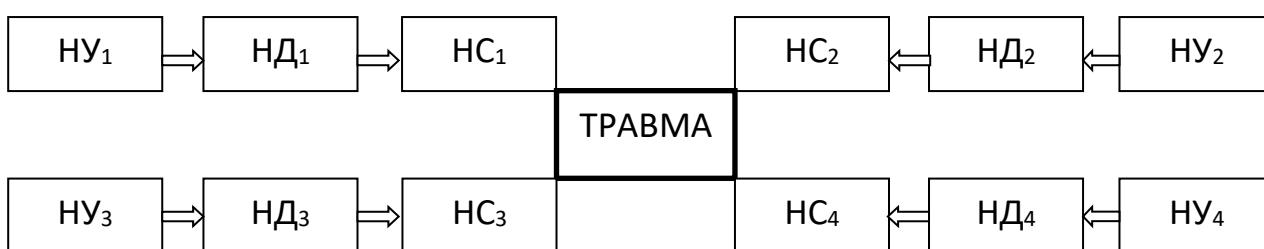


Рис. 1 Модель небезпек при виконанні польових робіт

Отже, для того щоб зменшити ризики виникнення небезпек та травм при виконанні польових робіт слід передбачати та запобігати виникнення усіх можливих небезпечних умов, небезпечних дій та небезпечних ситуацій.

6.2 Охорона навколишнього середовища при вирощуванні соняшника із застосуванням мінеральних добрив та стимуляторів росту

Вирощування соняшника з використанням мінеральних добрив та стимуляторів росту сприяє підвищенню урожайності, однак може мати вплив на навколишнє середовище. Тому важливим завданням є мінімізація екологічного навантаження шляхом впровадження агротехнічних прийомів, що забезпечують раціональне використання ресурсів і збереження екологічної рівноваги [38].

Мінеральні добрива, використані в оптимальних дозах, забезпечують рослинам необхідні елементи живлення. Однак надлишкове внесення може спричинити негативні наслідки:

- Забруднення ґрунту: Накопичення нітратів і важких металів у ґрунті, що впливає на його родючість і створює ризики для рослинності.
- Вимивання в ґрунтові води: Надлишок азоту може проникати у водоносні горизонти, погіршуючи якість питної води.
- Евтрофікація водойм: Стічні води, що містять залишки добрив, сприяють «цвітінню» води через надмірне розмноження водоростей.

Для зменшення екологічного навантаження рекомендується використовувати добрива з контрольованим вивільненням елементів або проводити їх локальне внесення відповідно до потреб рослин і аналізу ґрунту.

Стимулятори росту, зокрема біологічного походження, є відносно безпечними для навколишнього середовища, оскільки не накопичуються в ґрунті і мають короткий період розпаду. Однак використання синтетичних стимуляторів може створювати ризики:

- Залишкові речовини стимуляторів можуть впливати на ґрунтову мікрофлору, змінюючи її баланс.
- Надмірне використання таких препаратів може спричиняти адаптацію патогенних організмів.

Оптимальне дозування стимуляторів росту та перевага біопрепаратів є важливими елементами екологічно орієнтованого землеробства [39, 40].

Для зменшення негативного впливу на екосистему під час вирощування соняшника із застосуванням добрив і стимуляторів росту рекомендовано:

- Збалансоване живлення рослин: Використання мінеральних добрив на основі агрохімічного аналізу ґрунту.
- Органічні альтернативи: Часткова або повна заміна мінеральних добрив органічними, такими як компост чи біогумус.
- Точне землеробство: Застосування сучасних технологій для визначення потреби у добривах у конкретних ділянках поля.
- Контроль водного режиму: Запобігання вимиванню добрив у ґрунтові води шляхом регулювання поливу і мульчування.
- Сівозміна: Включення культур, які сприяють відновленню родючості ґрунту.

Для оцінки впливу вирощування соняшника на екосистему доцільно проводити моніторинг:

- вмісту нітратів у ґрунті та воді;
- змін у біорізноманітті ґрунтової мікрофлори;
- забруднення атмосфери аміаком чи іншими летючими сполуками.

Виконання вищезазначених заходів дозволяє не лише підвищити врожайність соняшника, а й мінімізувати його вплив на навколишнє середовище, забезпечуючи стале землеробство та збереження природних ресурсів.

ВИСНОВКИ

1. Використання мінеральних добрив і багатофункціональних препаратів стимулює ростові процеси соняшника, збільшуючи площу листової поверхні на 8–12%. Однак, чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) при цьому зменшується на 4–17%, що свідчить про екстенсивний характер нарощування біомаси.
2. Завдяки вмісту цитокінінів багатофункціональні препарати сприяють формуванню більшої кореневої маси та підвищують ефективність роботи коренів: Вуксал — на 5–6,8%, Фітомаре — на 6,1–10,5%, Хелафіт Комбі — на 13,2–14,9%.
3. Найвищий рівень урожайності соняшника був досягнутий за внесення добрив $N_{60}P_{90}$ у комбінації з препаратом Хелафіт Комбі, що перевищило контрольний варіант (без добрив і препаратів) на 0,45 т/га.
4. Варто зазначити, що збільшення дози добрив із $N_{30}P_{45}$ до $N_{60}P_{90}$ супроводжувалося зниженням їх ефективності: приріст урожайності над контролем для меншої дози становив 0,14 т/га, а для більшої — лише 0,19 т/га. Водночас використання багатофункціональних препаратів дозволило компенсувати цю тенденцію: у варіанті $N_{60}P_{90}$ + Хелафіт Комбі урожайність перевищила контроль на 0,45 т/га, у порівнянні з 0,19 т/га для $N_{60}P_{90}$ і 0,22 т/га для Хелафіт Комбі окремо. Це підкреслює синергічний ефект від комбінації добрив і препарату, який робить доцільним їхнє спільне застосування при вирощуванні соняшника.
5. Використання високих доз добрив ($N_{60}P_{90}$) призвело до майже двократного зниження рівня рентабельності, що вказує на економічну недоцільність надмірного внесення мінеральних добрив.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для забезпечення стабільної урожайності насіння соняшника доцільно використовувати основне внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{45}$ у поєднанні з комбінованим регулятором росту Хелафіт Комбі у нормі 1 л/га. Така комбінація демонструє виражений синергічний ефект, що підтверджує ефективність і доцільність вирощування соняшника без застосування високих доз мінеральних добрив.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрієнко А.Л., Андрієнко О.О., Семеняка І.М. Вплив технологічних та економічних факторів на ефективність вирощування соняшнику. Вісник Черкаського інституту АПВ. Черкаси. 2009. № 9. С. 153-159.
2. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств: Підручник. - 2-ге вид., доп. і перероблене. К.: КНЕУ. 2002. 624 с. 4
3. Бабенко А. І. Вплив забур'яненості на урожай насіння соняшника. Інновації в освіті, науці та виробництві: Перша міжнародна науковопрактична відео-онлайн конференція. м. Мукачєво. 23–24 листопада 2017 року тези доповіді. Мукачєво. 2017. С.110-112.
4. Каленська С. М., Горбатюк Е. М., Гарбар Л. А. Вплив регламентів сівби на продуктивність соняшнику. Науковий вісник НУБіП України. Серія «Агрономія». 2017. Вип. 269. С. 23-30.
5. 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.
6. Кілочок Т.П., Трофименко К.А. Місце та роль соняшника в агроценозах за екологічно чистою технологією вирощування. Ґрунтознавство. – 2019. Т.10, № 3. С. 130–132.
7. Коваленко А.М., Коваленко О.А., Таран В.Г. Обробіток ґрунту під соняшник в системі сівозмін короткої ротації. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. Запоріжжя. 2017. Вип.12. С. 208-212.
8. Кононюк В.А. Соняшник – провідна культура АПК України. Агровісник Україна. 2017. №1. С. 47–55.
9. Барвінченко В.І., Заболотний Г.М. Ґрунти Вінницької області. Вінниця. ВДАУ. 2004. 45 с. 6. Бондаренко М.П. Коритник В.М., Письменний А.Г. Залежно від умов живлення ураженість хворобами і продуктивність соняшнику за різних систем удобрення. Захист рослин. 2012. № 3. С. 6-7.

10. Буряк Ю. І., Огурцов Ю. Є., Чернобаб О. В., Клименко І. І. Посівні якості насіння соняшнику залежно від впливу регуляторів росту рослин та протруйників. Селекція і насінництво. 2014. Вип. 105. С. 173-177.
11. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: навч. посіб. В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, О.М. Венедіктов. Вінниця: Данилюк В.Г., 2011. 431 с.
12. Ткаліч І.Д. Мамчук О.Л. Способи сівби та густота стояння рослин соняшнику гібрида Дарій. Агроном. 2011. № 1. С. 5.
13. Циганський В. І. Оптимізація системи удобрення соняшнику на основі використання сучасних мікробіологічних добрив. Сільське господарство та лісівництво. Вінниця. ВНАУ. 2020. № 19. С. 65-75.
14. Волкогон В.В. Надкернична О.В., Ковалевська Т.М., Токмакова Л.М. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: [монографія]. К. Аграрна наука, 2006. 312 с. 9. Гаврилюк М. М., Салатенко В. Н., Чехов А. В., Федорчук М. І. Олійні культури в Україні: навчальний посібник. К.: Основа, 2008. 420 с.
15. Шкатула Ю. М. Вплив біологічних препаратів на продуктивність соняшнику. The scientific heritage. 2010. No 44. P. 17-23. - (Budapest, Hungary).
16. Щербаков В.Я., Домарацький Є.О. Можливість підвищення ефективності мінеральних добрив при вирощуванні соняшника. Збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми розвитку аграрної освіти і науки та підвищення ефективності агропромислового виробництва» з нагоди 100-річчя Одеського державного аграрного університету 20-21 вересня 2018 року, тези доповідей. Одеса. 2018. С. 35-36.
17. Добровольський А.В. Ефективність сучасних рістрегулюючих препаратів за біологізації технології вирощування соняшнику в Південному Степу України. Дис. на здоб. наук. ст. канд. с.-г. наук. Херсон. 2019. 174 с.
18. Гораш О.С., Сендецький В.М. Оптимізація продукційного процесу агроценозу соняшнику за використання регуляторів росту. НУБіП України.

2018. № . 5 (75). URL: [http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi 2018.05.010/10144](http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi%2018.05.010/10144)

19. Сендецький В.М. Вплив регуляторів росту на врожайність соняшнику за вирощування в умовах Лісостепу Західного. Науковий вісник НУБіП України. Серія: Агрономія. 2017. № . 269. С. 53-61.

20. . Бондаренко М.П. Вплив агротехнічних прийомів на урожайність і якість насіння соняшнику в умовах Південно-Східного Лісостепу України: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеню кандидата с.-г. наук. Дніпропетровськ. 2003. 19 с.

21. Нікітчин Д.І. Наукове обґрунтування технології вирощування і насінництва гібридного соняшнику в Степу України: автореферат дисертації на соискание ученой степени доктора с.-х. наук. Дніпропетровськ. 1994. 32 с

22. Kastner R., Yruber F. Sonnenblumen in Osterreich. Praktische Landiechnic. 1987. Bd40. H3. S. 87-88.

23. Глянцев О.Ф. Соняшник. Олійні і ефіроолійні культури. К. Урожай, 1970. С. 36-64.

24. Cupina T., Sakac Z. Sunflower morphology, anatomy, biology of flowering and pollination. Sunflower. 1989. Belgrade. Pp. 55-75.

25. Domaratskiy E.O., Bazaliy V.V., Domaratskiy O.O., Dobrovol'skiy A.V., Kyrychenko N.V., Kozlova O.P. Influence of Mineral Nutrition and Combined Growth Regulating Chemical on Nutrient Status of Sunflower. Indian Journal of Ecology. 2018. Vol. 45(1). P. 126-129.

26. Monteverde N.A., Lyubymenko V.Y. Yzslǎdovaniya nad "obrazovaniem" khlorofylla u rasteniy. Yzvǎstiya Ymperatorskoy Akademiy Nauk". VI seriya. 5:1 (1911). 73-101

27. Anderson J. M., Boardman N. K. Fractionation of the photochemical systems of photosynthesis I. Chlorophyll contents and photochemical activities of particles isolated from spinach chloroplasts. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biophysics including Photosynthesis. 1966. T. 112. № 3. С. 403-421.

28. Рудник-Іващенко О.І. Продуктивність фотосинтезу в рослин проса за фазами його розвитку на різних фонах мінерального живлення. Наукові доповіді НУБіП. 2009. № 3. С. 15.

29. Тоцький В.М. Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на формування продуктивності соняшнику. Науково-технічний бюл. Інституту олійних культур. Запоріжжя. 2014. Вип. 20. С. 204-209.

30. Маркова Н. В., Маркова Н. В. Агроекологічні аспекти вирощування гібридів соняшнику в умовах південного Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв, 2014. Вип. 1(77). С. 133-139.

31. Вернандер Н. Б. Класифікація чорноземів УРСР. Сільське господарство України. 1945. №9. С. 3–12.

32. Жуйков О.Г. Агробіологічне обґрунтування комплексу технологічних прийомів вирощування видів гірчиці в умовах Південного Степу України: Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора с.-г. наук. Херсон. 2015. 434 с.

33. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств. К.: КНЕУ, 2002. 624 с.

34. Батлук, Вікторія Арсентіївна. Охорона праці : навч. посіб. "Львів. політехніка". 3-є вид., доповн. Львів : Львів. політехніка, 2011. 386 с. : іл., табл. Бібліогр.: с. 385-386.

35. Катренко Л.А., Кіт Ю.В., Пістун І. П. Охорона праці. Курс лекцій. Практикум: Навч. посіб. – Суми: Університетська книга, 2009. – 540с.

36. Третьяков О.В., Зацарний В.В., Безсонний В.Л. Охорона праці: Навчальний посібник з тестовим комплексом на CD/ за ред. К.Н. Ткачука. – Київ: Знання, 2010. – 167с.

37. Сивко В.Й. Правові та організаційні основи охорони праці в Україні: Навчальний посібник. – Київ: КОНДОР, 2009. – 140с.

38. Фурдичко О.І. Питання економіки землекористування в сільському

та лісовому господарстві: стан, проблеми, шляхи їх вирішення. Економіка України. 2011. № 8. С. 248-254.

39. Лисак О.І. Проблеми екологізації сільськогосподарського виробництва. Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету (економічні науки). 2013. № 1 (2). С. 188-194.

40. Ткачук В.І. Екологізація виробництва як пріоритет процесу диверсифікації агарних підприємств. Ефективна економіка [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2899>.

ДОДАТКИ