

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ПОЛЬОВИХ І ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри д.с.-г.н., професор

Олександр РУДІК

« ____ » _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти
освітньої програми «Агрономія»
за спеціальністю: 201 Агрономія

**ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ
КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ СТЕПУ УКРАЇНИ**

Науковий керівник: д. с.-г. н., професор
Віктор ЩЕРБАКОВ

Рецензент:

Виконав здобувач другого
(магістерського) рівня вищої освіти
денної форми навчання
освітньо-професійна програма Агрономія
спеціальність 201 Агрономія

Віктор МАЗУРОК

Засвідчую, що кваліфікаційна робота
містить результати власних досліджень.
Використання ідей і текстів інших авторів
має посилання на відповідне джерело.

ОДЕСА-2024

ВСТУП

Актуальність теми досліджень «Вплив мінерального живлення на продуктивність кукурудзи в умовах зрошення степу України» обумовлена низкою факторів, які прямо впливають на ефективність сільськогосподарського виробництва в цьому регіоні.

По-перше, степова зона України характеризується посушливими умовами, що створює певні труднощі для вирощування багатьох сільськогосподарських культур. Недостатня кількість опадів протягом вегетаційного періоду є однією з основних проблем, з якими стикаються аграрії в цьому регіоні. Водночас, кукурудза є однією з найбільш адаптованих культур до умов посухи, однак для досягнення високої продуктивності вона потребує не лише належного зволоження, а й правильно збалансованого мінерального живлення. Використання зрошення в умовах степу дозволяє забезпечити рослини водою, але для того, щоб отримати максимальний врожай, необхідно оптимізувати використання мінеральних добрив. Це створює потребу в глибокому дослідженні впливу різних типів і норм мінеральних добрив на ріст і розвиток кукурудзи, особливо в контексті зрошуваних земель.

По-друге, важливим фактором є те, що ґрунти степових регіонів України мають обмежену родючість і потребують регулярного внесення мінеральних добрив для підтримки стабільної продуктивності. Низький рівень органічних речовин у ґрунтах, нестача окремих елементів живлення, таких як азот, фосфор і калій, негативно впливають на урожайність, зокрема таких вимогливих культур, як кукурудза. Тому для досягнення стабільних високих врожаїв необхідно з'ясувати, які саме комбінації добрив і їх норми найбільш ефективно сприяють росту та розвитку кукурудзи в умовах зрошення.

По-третє, важливою є економічна складова питання. Сільське господарство в Україні зазнає певних фінансових труднощів, і пошук оптимальних технологій вирощування культур, які забезпечують

максимальний урожай за мінімальних витрат, є важливою метою аграрної науки. Тому дослідження, що спрямовані на визначення найбільш ефективних схем мінерального живлення для кукурудзи в умовах зрошення, можуть допомогти підвищити рентабельність виробництва, знизити витрати на добрива та сприяти більш сталому розвитку аграрного сектору.

Таким чином, вивчення впливу мінерального живлення на продуктивність кукурудзи в умовах зрошення степу України є надзвичайно актуальним, оскільки це дозволить аграріям оптимізувати використання ресурсів, підвищити врожайність культури і знизити екологічний вплив на навколишнє середовище. Крім того, такі дослідження сприяють розвитку науки і технологій в аграрному секторі, що має важливе значення для забезпечення продовольчої безпеки країни.

Метою дослідження є визначення продуктивності різних гібридів соняшника в умовах Степу України.

Об'єктом дослідження є рослини кукурудзи.

Предметом дослідження продуктивності кукурудзи залежно від удобрення в умовах зрошення в Степу України.

Для досягнення поставленої мети нами було виконані наступні завдання:

1. Встановити особливості ботанічної та біологічної характеристики кукурудзи.
2. Проаналізувати літературні дані щодо продуктивності кукурудзи залежно від мінерального живлення.
3. Проаналізувати ґрунтово-кліматичні умови господарства.
4. Закласти польові досліди, провести обліки та спостереження відповідно до методики.
5. Визначити особливості росту та розвитку рослин кукурудзи.
6. Визначити продуктивність кукурудзи в залежності від удобрення.
7. Визначити економічну ефективність вирощування кукурудзи в умовах зрошення Степу України.

Для вивчення наукових питань були застосовані методи спостереження, експериментальний, аналітичний, порівняння, польовий, статистичний.

Особистий внесок здобувача полягає у визначенні напрямку досліджень, розробці програми та схеми досліду, проведенні польового досліду в умовах господарства, аналітичній обробці отриманих даних та оформлення кваліфікаційної роботи.

Апробація результатів досліджень відбулась на Всеукраїнській науково-практичній конференції «АГРАРНА НАУКА: СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ» (28-29 листопада 2024 р, м. Одеса, Одеський державний аграрний університет).

Робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, пропозицій, списку літератури. Загальна кількість сторінок кваліфікаційної роботи – 60.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ З ПИТАНЬ, ЯКІ ВИВЧАЮТЬСЯ

1.1. Господарське значення кукурудзи

Кукурудза (*Zea mays*) є однією з основних культур України та відіграє важливу роль у формуванні економіки країни та забезпеченні продовольчої безпеки. Завдяки високій урожайності, широкому спектру використання та пристосованості до різних кліматичних умов кукурудза широко культивується на всій території України, особливо в степових і лісостепових районах.

Кукурудза — давня культура, що походить із стародавнього світу. Історія культури як землеробської налічує приблизно 4500 років, а вік — 60 000 років. Батьківщиною кукурудзи вважаються регіони Центральної та Південної Америки (Мексика, Перу, Болівія). Швидше за все походження кукурудзи є формою диких видів — тріпсакум і теосинте — спричинили появу сучасної кукурудзи (П. М. Жуковський).

Кукурудзу з Америки в кінці XV століття було перевезено до Європи, а в XVI ст. — до таких країн, як Китай, Індія, Африка та інші країни. В Україні кукурудзу почали вирощувати з кінця XVII ст. [1].

Ця культура має багато аспектів: її використовують у харчовій, кормовій, промисловій та енергетичній сферах. Виробництво кукурудзи пропонує Україні величезний експортний потенціал, що робить її одним із лідерів світового ринку. У сучасних умовах особливо актуальним є розвиток адаптивних сортів та впровадження інноваційних технологій, які дозволяють зберегти стабільність урожаю в умовах зміни клімату.

Розділ присвячений аналізу економічного значення кукурудзи, її впливу на аграрний сектор та економіку України, а також викликам і перспективам розвитку цієї культури в сучасному світі.

У 2023/24 маркетинговому році Україна зібрала близько 30,5 млн тонн кукурудзи, що становить близько 2,5% від загального світового виробництва

(за оцінками 1,222 млрд тонн). Це дозволяє Україні залишатися одним із провідних виробників цієї культури у світі [2].

Україна також є одним із найбільших експортерів кукурудзи. Макетинговий рік прогнозує, що обсяг експорту в 2023/24 році становитиме 21 мільйон тонн, що становить приблизно 10% світового обсягу торгівлі кукурудзою, а обсяг світової торгівлі кукурудзою, як очікується, становитиме 201 мільйон тонн. Цей експортний потенціал робить кукурудзу однією з основних експортних культур України, яка приносить Україні значні валютні надходження

Виробництво кукурудзи в США (387 млн т), Китаї (277 млн т) і Бразилії (129 млн т) значно випереджає Україну. Проте українська кукурудза залишається конкурентоспроможною завдяки високій якості зерна та активному попиту на світових ринках [3].

З кукурудзи виготовляється понад 150 продуктів, включаючи крупи, борошно, крохмаль, олії та спирт. Зерно є важливою частиною тваринницької галузі, що забезпечує високоякісні корми для худоби. Крім того, кукурудзяні зелені стебла є основою для виробництва силосу та містять високий рівень каротину та вуглеводів, які покращують ефективність тваринництва.

Кукурудза є цінною сировиною не тільки для агропромислового комплексу, а й для інших галузей економіки, оскільки після повної комплексної переробки можна отримати понад 500 видів продукції. Основні напрямки використання побічної продукції наведені на рисунку 1.1.

Кукурудзяна крупа широко використовується в кондитерській промисловості — для виробництва крекерів, печива, запіканок. Із зерна виробляють пластівці, повітряну кукурудзу та крупу. Крім того, кукурудзяна крупа перевершує іншу крупу за вмістом білка (12,5%).

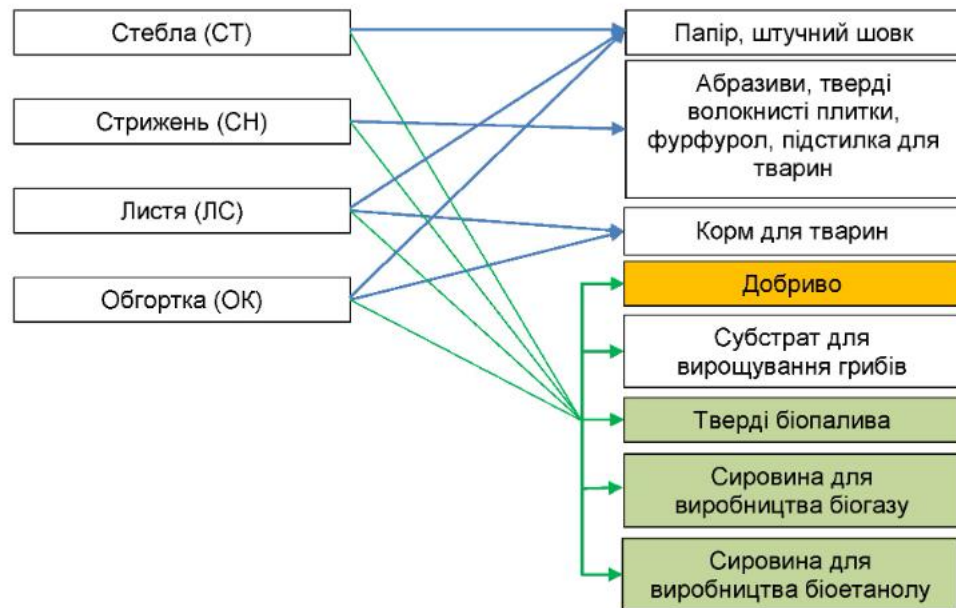


Рис. 1.1. Використання побічної продукції кукурудзи

Харчовий крохмаль, сироп, цукор і мед виробляють із зерна. Вони їдять незрілі зерна, особливо цукрову кукурудзу у вигляді варених качанів. Рослинна олія видобувається із зародків злаків і є не тільки висококалорійним продуктом харчування, але і має лікувальні властивості [4].

Кукурудзяні зерна використовують у виробництві різноманітних безалкогольних напоїв, негазованого пива, етанолу, гліцерину та органічних кислот. Вважається, що з кукурудзи виготовляють понад 300 різних продуктів, значна частина яких використовується як сировина для виробництва інших продуктів. Наприклад, із кукурудзяного сиропу виготовляють гуму, фарбу, різні консерванти, масляні розчинники тощо.

Основною силосною культурою є кукурудза. За врожайністю зеленого корму вона перевищує майже всі кормові культури. Один бал еквівалентний 0,22-0,24 к.о.д. Вміст перетравного протеїну - 1,4-1,8 кг. Кукурудзяний силос має добрі перетравні та кормові властивості, багатий на каротин. Кукурудза відіграє важливу роль у зеленому конвеєрі. Одна тонна зелених кукурудзяних стебел, зібраних до викидання волоті, містить 16 к. од. Листя і стебла, що залишилися після збирання кукурудзи, є чудовим грубим кормом, майже

таким же поживним, як ячмінна та вівсяна солома. Центнер кукурудзяної соломи містить 35 к. од. Недоліком кукурудзяного комбікорму є недостатня кількість перетравного протеїну. Це призводить до перевитрати корму в 1,3-1,4 рази. Тому, щоб збалансувати раціон білком, тварин згодовують сумішшю кукурудзи і різних бобових культур [5].

Цінний силос для великої рогатої худоби отримують шляхом силосування всієї рослини (стебел, листя та качанів кукурудзи), яке збирають у фазі воскової стиглості. У 100 кг такого силосу міститься 25-32 частин корм. од і 1,4 - 1,8 кг перетравного протеїну [5].

Для згодовування тваринам придатні також подрібнені висушені стебла, листя і лушпиння кукурудзяних качанів, приправлені кормовою патокою і сіллю або просіяні буряковим чи гарбузовим жомом. Кукурудзяні качани у вигляді борошна використовують як інгредієнт комбікормів.

Кукурудза відіграє важливу роль у зеленому конвеєрі, забезпечуючи худобу зеленим матеріалом, багатим на вуглеводи та каротин. Адже 100 кг зеленої маси, зібраної перед викиданням волоті, містять 16 корм. Одиниць [4].

Кукурудза є найкращим попередником для багатьох інших зрошуваних і незрошуваних культур сівозміни (бобових, ярих зернових), але варто зазначити, що вона є прийнятним попередником для озимих культур, що неможливо через тривалий вегетаційний період, що в багатьох випадках унеможливує якісну підготовку ґрунту до наступної сівозміни [6]. Таким чином, введення кукурудзи в зрошувану сівозміну може сприяти підвищенню ефективності використання зрошуваних земель, що має важливе економічне та екологічне відновлювальне значення [7].

Враховуючи, що значна частина площі після силосної кукурудзи відводиться під озимі культури, які збираються на початку або в середині серпня, стає ще більш важливим впровадження ранніх гібридів для отримання раннього багатого поживними речовинами силосу. Національна комісія з сортовипробування проводить два види випробувань зон силосної кукурудзи – як попередника озимих культур і для максимального використання

вегетаційного періоду в регіоні. У цьому випадку генетичний потенціал гібридів буде змінюватися залежно від способу їх використання [5].

Кукурудза є основним джерелом біоетанолу, який використовується для виробництва біопалива. Ця культура відіграє ключову роль у розвитку біоекономіки та декарбонізації, допомагаючи зменшити використання викопного палива. В Україні активно розвивається виробництво біоетанолу з кукурудзи, що створює передумови для зниження енергозалежності та підвищення екологічної стабільності.

Пожнивні залишки кукурудзи також можна використовувати як біопаливо. Для цього необхідно забезпечити їх збір. Цього можна досягти шляхом застосування методів збирання врожаю, які включають завантаження подрібнених частин стебла листя в спеціальне обладнання та стаціонарний обмолот качанів кукурудзи. Іншим варіантом є розробка техніки пресування соломи, щоб зібрати лише зернову частину врожаю, а нескошену соломку залишити на полі. Є приклади пресування стебел кукурудзи за допомогою прес-підбирачів високого тиску (Massey Ferguson, Vermeer) у США. Зараз в Україні немає обладнання для пресування кукурудзи, оскільки ця технологія досі не була потрібна [8].

Як основну енергетичну сировину кукурудзяні стебла також можна використовувати як такі, що вони є, або брикетувати та спалювати безпосередньо як тверде біопаливо. Технологія виробництва паливного формованого палива базується на процесі пресування під високим тиском подрібнених рослинних відходів у процесі нагрівання. Урожайність з одиниці площі незернової частини посіву кукурудзи буде в 1,3-1,5 рази перевищувати показник урожайності зерна залежно від групи стиглості гібрида. При цьому найважливішою технічною характеристикою палива є теплотворна здатність стебла, яка в основному залежить від показників вологості. За характеристиками плавлення золи кукурудзяна солома близька до деревної біомаси (для порівняння: температура плавлення деревної золи близько 12

000°C), забезпечуючи кращі умови для спалювання, ніж солома харчових культур [8].

Кукурудза залишається важливою складовою продовольчої безпеки та стратегічно важливою культурою для аграрного сектора України. Її універсальність та економічна вигідність сприяють подальшому розвитку національної економіки та забезпечують конкурентоспроможність України на світовому ринку.

1.2 Ботаніко-біологічні особливості культури

Кукурудза (*Zea mays*) — одна з найдавніших і значущих культур сімейства Poaceae. Завдяки своєму унікальному ботанічному та біологічному складу кукурудза є основною культурою багатьох країн, у тому числі України, і є найпопулярнішою рослиною в сільському господарстві, як з точки зору виробництва, так і споживання.

Кукурудза культурна — трав'яниста рослина, яка за зовнішнім виглядом значно відрізняється від інших злакових рослин.

Ця культура має потужну кореневу систему, дуже універсальна щодо ґрунту та клімату, здатна використовувати сонячну енергію для фотосинтезу. Різноманітність сортів і гібридів кукурудзи дозволяє вирощувати її в різних куточках світу, в тому числі в степовому регіоні України, що вигідно цій культурі завдяки її жаростійкості та високій освітленості [9].

Кукурудза має велику кількість надземної та підземної біомаси і суттєво відрізняється від багатьох інших продовольчих культур за біологічними показниками, насамперед міцним розвитком вегетативних органів (стебла, листя, коренів). Коренева система кукурудзи мочкувата і дуже розвинена, заходить у ґрунт на 1 м, іноді до 1,5-2 м, а головного кореня немає. Ранньостиглі низькорослі гібриди мають менш глибоку і широку кореневу систему, ніж високі пізньостиглі гібриди. Починаючи з підземних вузлів, первинні корені розвиваються безпосередньо з насіння, утворюючи потужну

кореневу систему, а також додаткові корені, що утворюються в кущових вузлах, утворюючи розгалужену вторинну кореневу систему [10].

Стебла кукурудзи — це товсті, прямі, високі, потужні, шорсткі, круглі, сегментовані та заповнені пухкою паренхімою. Висота рослини досягає 2,5-3 м. Її висота залежить від біологічних особливостей і факторів продуктивності сорту або гібрида і коливається від 60-100 м для ранньостиглих сортів і 5-6 м для пізньостиглих. Товщина стебла 2-7 см, кількість міжвузлів на стеблах ранньостиглої кукурудзи досягає 8-12, пізньостиглої 30-40 і більше. Листя лінійно-ланцетні, великі, з листовими пластинами довжиною 70-110 см і шириною 6-12 см і довше. Верхівки листя опушені, мають маленький язичок, вушок немає. Листя ростуть на стеблі по черзі, не затінюючи один одного. Їх краї ростуть швидше з середини і тому хвилясті, збільшуючи загальну поверхню листя рослини. Кількість листків на стеблі відповідає кількості вузлів стебла [5].

У кукурудзи на одній рослині утворюються чоловічі суцвіття (волоті) і жіночі (початки). Волоті кукурудзи знаходяться на кінці центрального стебла, або на верхівках бічних гілок (пасинки).

На стеблі формується переважно 2-3 продуктивних бруньки, а решта — не розвиваються. Початок розташований на короткій ніжці (стеблі) і покритий обгортковими листками, на відміну від звичайних стебел і листків, стебла і листки мають розвинені піхви і редуковані пластинки.

Як і всі хліби з другої групи, кукурудза є теплолюбною культурою. Мінімальна температура для проростання насіння більшості гібридів і сортів 8-10°C, нормальний розвиток і дружні сходи з'являються при температурі 10-12°C. Кукурудза, посіяна в холодний і надмірно вологий ґрунт, проростає дуже повільно, а сходи її часто стають рідкими, оскільки набрякле насіння уражається грибковими захворюваннями і втрачає здатність проростати на полі. Селекціонери розробляють біотиби кукурудзи, які можуть проростати за температури 5-6°C, що є дуже перспективним. Сходи кукурудзи витримують температури до -3°C, а у фазі 2-3 листків -3,-5°C. Кукурудза більш стійка до

весняних заморозків, ніж до ранніх осінніх (-2,-3 °C), які пошкоджують зерна незрілих качанів кукурудзи, значно знижують їх схожість і товарні якості [11].

Польові досліді показали, що для формування якісного врожаю кукурудза потребує 450-600 мм опадів за вегетаційний період – у середньому 1 мм атмосферних опадів достатньо для формування 20 кг зерна досліджуваної культури. У першій половині вегетаційного періоду потреба рослини у воді низька. До формування 7-8 листків кукурудза рідко страждає від нестачі води. Вивчивши реакцію культури на ранню посуху, вчені дійшли висновку, що найбільш критичною була тривала посуха між формуванням і початком осипання волоті [12].

Недостатнє зволоження ґрунту в період, коли кукурудза потребує найбільшої вологи, особливо в поєднанні з повітряною посухою, може призвести до в'янення рослин, зниження фотосинтетичної активності, передчасного висихання листків, порушення процесів удобрення та формування зерна. За вегетаційний період одна рослина кукурудзи споживає приблизно 200 л води [13].

У вегетаційний період за дощових умов вологість посівів кукурудзи забезпечується за рахунок опадів. Залишок води, необхідної для нормального росту і розвитку культури, надходить із запасів ґрунту та зволоження повітря. Економічне використання опадів безпосередньо залежить від температури повітря і ґрунту, а також кількості опадів протягом вегетаційного періоду, інтенсивності опадів, властивостей ґрунту та використання добрив посівами [14].

Водночас надлишок вологи, особливо близьке залягання ґрунтових вод, негативно впливає на розвиток кукурудзи. У надмірно вологому ґрунті насіння проростає дуже повільно, що призводить до загнивання кореневої системи, погано засвоює фосфор, погіршується білковий обмін, жовтіє і дає низьку врожайність. Через надмірну кількість опадів під час дозрівання та збирання качани кукурудзи хворіють на грибкові захворювання, що призводить до зниження врожаю та погіршення якості.

Кукурудза — світлолюбна культура, яка активно використовує світло з першого дня появи сходів. На 1 га землі рослини можуть створити 20 000-50 000 квадратних метрів площі листової поверхні, на які впливає сонячне світло. Розмір зони асиміляції збільшується пропорційно інтенсивності сонячної радіації, що пов'язано з одночасним підвищенням температури. Розвиток асиміляційної зони також залежить від обсягу і глибини залягання коренів у різних шарах ґрунту — на зрошуваних землях вирішальне значення має положення кореневої системи в зоні активного вологообміну (від 0-30 до 30-70 см) залежно від фаз росту та розвитку кукурудзи. Недостатня активність через низьку температуру ґрунту, погану аерацію або реакцію ґрунтового розчину також може призвести до затримки утворення зелених органів і хлорофілу [15].

Ця культура має високі вимоги до мінерального живлення. Азот має значний вплив на ранні етапи росту рослин. Його нестача уповільнює ріст і розвиток рослин. Максимальне споживання азоту культурними рослинами спостерігається за 2-3 тижні до викидання волоті. На початкових етапах органогенезу і росту рослин (3-7 листків), коли починають формуватися суцвіття і прискорюється ріст коренів, необхідно забезпечити достатнє фосфорне живлення. Недолік цієї поживної речовини може призвести до недорозвиненості качанів кукурудзи, порушення рівномірності розташування рядків зерна та зниження маси тисячі. Адекватне постачання рослин фосфором може стимулювати розвиток коренів, підвищити стійкість до посухи, прискорити формування качанів і дозрівання врожаю. Найбільше споживання фосфору рослинами кукурудзи припадає на кінець вегетації — від формування зерна до воскової стиглості. Дефіцит калію призводить до блокування вуглецевого обміну в рослинному середовищі, сповільнення фотосинтетичних процесів і ослаблення кореневої системи. При нестачі калію сповільнюється рух вуглеводів, знижується синтетична активність листя, слабшає коренева система. Ослаблена стійкість кукурудзи до вилягання знижується. З першого дня появи сходів калій починає надходити в рослину у великій кількості.

Рослина поглинає до 90% калію до того, як починає викидати волоті, а незабаром після закінчення цвітіння калій перестає надходити в рослину [16]

Кукурудза — унікальна культура з високою біологічною продуктивністю, адаптивністю до різноманітних умов вирощування та важливою для харчових і промислових цілей. Завдяки потужній кореневій системі, здатності ефективно засвоювати воду та елементи живлення, високій чутливості до світла ця культура забезпечує стабільні врожаї навіть у складних агрокліматичних умовах. Такі біологічні особливості, як теплолюбність і густота вегетаційних фаз, роблять її однією з основних культур, що вирощуються в степових районах України.

Тому, розуміння ботанічних і біологічних властивостей кукурудзи є фундаментальним для оптимізації агротехніки, вибору адаптивних гібридів і забезпечення сталого сільського господарства. Ці властивості роблять її незамінною культурою для продовольчої безпеки та розвитку біоекономіки.

1.3 Стан досліджень з питання

У зонах сільськогосподарського ризику півдня України, основним чинником, що обмежує продуктивність рослин, є волога. Нестача вологи буде гальмувати високу та стабільну продуктивність сільськогосподарських культур, у тому числі кукурудзи. В умовах зрошення кукурудза має певні переваги порівняно з іншими культурами, як найбільш урожайна культура [17].

Створення оптимального рівня мінерального живлення рослин кукурудзи є однією з основних умов досягнення поєднання високої продуктивності та ресурсозбереження. Завдяки оптимізації мінерального живлення аграрії мають можливість підвищити ефективність використання ресурсів і забезпечити збереження високої врожайності в районах з обмеженими опадами, особливо в степових регіонах України [18].

Азот є найважливішою поживною речовиною для кукурудзи. Входить до складу хлорофілу, амінокислот, білків, нуклеїнових кислот, ферментів, вітамінів тощо. Азот активізує фотосинтез, дихання, процеси білкового і вуглеводного обміну, стимулює ріст і розвиток органів живлення і розмноження. Рослини кукурудзи найбільш активно засвоюють азот у фазі інтенсивного росту стебла. Нестача азоту в цей період може призвести до порушення синтезу хлорофілу, уповільнення процесу фотосинтезу і тим самим негативно вплинути на врожай. Оскільки азотне живлення оптимальне з 5-7-го листка до формування суцвіття, збільшується кількість листків і площа листової поверхні, прискорюється формування органів розмноження. Достатнє забезпечення азотом сприяє кращому формуванню продуктивності та факторів урожайності [19].

У молочно-восковій фазі азот активує синтез білка та його накопичення в зерні. Надмірне внесення азотних добрив може призвести до шаруватості посівів, загущення, перерозвитку вегетативних органів, затримки дозрівання, підвищення вологості зерна при збиранні. Тому важливо визначити оптимальне дозування азоту для отримання високоврожайної кукурудзи бажаної якості з урахуванням біології гібрида та умов вирощування.

Фосфор відіграє важливу роль в енергетичному обміні, біосинтезі жирів, білків, вуглеводів, побудові клітинних мембран. Покращує розвиток коренів, прискорює дозрівання рослин і підвищує стійкість до вилягання. Кукурудза особливо потребує фосфорних добрив під час проростання насіння, утворення коренів, цвітіння та формування репродуктивних органів.

Фосфор активізує роботу ферментів, які беруть участь в синтезі і перетворенні вуглеводів і жирів. Внесення фосфорних добрив підвищує стійкість рослин до несприятливих умов, хвороб і шкідників. Нестача фосфору гальмує ріст коренів, затримує розвиток рослини, знижує її стійкість до хвороб, негативно впливає на налив і дозрівання зерна. Оптимізація вмісту фосфору допомагає отримати великі качани з великою кількістю зерна. Тому

фосфорні добрива є дуже важливим елементом у системі живлення кукурудзи [10].

Калій бере участь у регуляції водного стану рослин, синтезі білків і вуглеводів, активізує процес фотосинтезу. Калій підвищує стійкість кукурудзи до несприятливих факторів зовнішнього середовища та хвороб. Підвищене засвоєння калію спостерігається під час інтенсивного росту рослин, цвітіння, формування та наливу насіння. Підвищена зимостійкість, посухостійкість і стійкість до вилягання досягається за рахунок оптимального внесення калійних добрив. Калій активує ферменти, які сприяють синтезу крохмалю і перетворенню цукру в зерно. Нестача калію може призвести до порушення вуглеводного і білкового обміну і затримки росту рослин. Листя дрібніють і з'являються хлоротичні. Дефіцит калію знижує стійкість рослин до грибкових захворювань. Оптимальне калійне живлення сприяє підвищенню продуктивності за рахунок збільшення кількості та маси зерен у качанах [20].

Дослідження останніх років були зосереджені на взаємодії між внесенням мінеральних добрив, рівнями зрошення та властивостями ґрунту. Вчені зазначають, що ефективне поєднання азотних, фосфорних і калійних добрив дозволяє не тільки підвищити врожайність, але й покращити якісні характеристики зерна кукурудзи, такі як вміст білка, крохмалю та жиру.

У цьому розділі буде проаналізовано літературу про вплив мінерального живлення на кукурудзу в умовах зрошення в українських степах. До огляду увійдуть роботи українських та зарубіжних авторів, які висвітлюють ключові аспекти оптимізації поживних речовин в умовах обмеженої природної вологості та сучасних технологій зрошення.

Нині вологість залишається одним із лімітуючих факторів для досягнення високої врожайності сільськогосподарських культур, особливо кукурудзи. Загалом дефіцит води характеризується посухою, яка має різні властивості та може завдавати шкоди кукурудзі на різних стадіях розвитку [21].

При вирощуванні кукурудзи в степах рекомендується лише зрошення, що сприяє одержанню високих урожаїв продовольчих культур. Тому не випадково 82,8 % зрошуваних земель України зосереджено в степових зонах. Використання зрошення сприяє безперервному забезпеченню рослин необхідною водою. Лімітуючим фактором формування високої врожайності зерна на півдні України є вологість. Крім того, завдяки синергії значно посилюється вплив інших не менш важливих факторів продуктивності [22].

У зрошуваних системах землеробства необхідно враховувати навантаження, пов'язані з безперервним зволоженням ґрунту. Згідно з висновками вчених, шкоди ґрунту завдає не сам полив, а методи, які використовуються, без урахування характеру ґрунту, інтенсивності, кількості та якості зрошення. Використання води та недостатня увага до властивостей ґрунту, таких як водопоглинання, водопроникність та аерація. Тому при обробі ґрунту слід передбачити збільшення та швидке переущільнення зрошуваних шарів ґрунту для системного обробітку [23].

У сучасному зрошувальному землеробстві використовуються три основних режими зрошення: біооптимальний режим зрошення – призначений для забезпечення рослин водою протягом усього вегетаційного періоду для досягнення максимальної врожайності та отримання суттєвих прибутків від зрошення; водозберігаючий – значно економить кошти, енергоносіїв і поливної води в порівнянні з іншими видами зрошення, але при незначному зниженні врожайності; ґрунтозахисний – основним завданням якого є зменшити кількість зрошення і розподілити його на декілька норм, рекомендованих при поганих екологічних умовах і деградації ґрунту, таких як ущільнення, засолення, осолонцювання [24].

Вчені Інституту зрошувального землеробства НААН розробили водозберігаючу модель зрошення кукурудзи, покликану отримати максимальну врожайність при мінімальних витратах поливної води. Суть цієї системи полягає в застосуванні розрахункової змінної передполивної вологості шару ґрунту. Рекомендується підтримувати оптимальну вологість

грунту в критичний період росту культури (до цвітіння – за 12-14 днів до утворення зерна) передполивну норму можна зменшити на 10-15% порівняно з поливною оптимальною [25].

Завдяки зрошенню врожайність кукурудзи в Степу України зросла на 3—5 т/га і більше. Зокрема, за даними багаторічних досліджень науковців Інституту зрошуваного землеробства НААН, у середньому за 35 років урожайність на зрошуваних землях Півдня України зросла порівняно з незрошуваною кукурудзою на еквівалент: на зерно кукурудзи – 6,29 т/га (220 %), кукурудзяного силосу – 44,6 т/га (246 %) [13].

Під полив кукурудзи проводять дискування плугами під кутом 45° з класичною глибиною оранки 25-27 см. Крім того, рівномірність поля також дуже важлива для забезпечення рівномірності зрошення. Для цього не рідше 1 разу в 2-3 роки необхідно виконувати операції по діагональному вирівнюванню з наступним чизелюванням [26].

Численні дослідження показали, що врожайність кукурудзи значно підвищувалася при внесенні мінеральних добрив порівняно з неудобреним контролем. Отже, за одним із дослідів урожайність зерна кукурудзи за внесення N120P80K80 зросла на 42,6% порівняно з контролем. Інше дослідження показало збільшення врожайності на 31,6% при використанні N150P100K100 [27].

Багато досліджень присвячено визначенню оптимального співвідношення азот:фосфор:калій для різних гібридів кукурудзи. Загалом рекомендоване співвідношення 1:0,9:0,7. Однак для окремих гібридів все може змінитися. Тому в одному з дослідів оптимальним було співвідношення 1:0,5:0,5 для гібриду DK440 і 1:1:1 для гібрида DK315 [11].

За вивчення впливу мінерального живлення в Степу України, Коковініним С. В., отримані результати показали, що в середньому за багаторічними дослідженнями найвища врожайність насіння кукурудзи для самозапильних ліній була досягнута за біологічно оптимальних режимів зрошення, рекомендованої дози добрива N120P90 і густоти стояння 80 000

рослин на 1 га. А також, оптимальне зволоження посівів кукурудзи забезпечило урожайність насіння 7,4 т/га. У результаті поливів за передполивної вологості 70% НВ у 0,3 та 0,5 м шарів ґрунту урожайність знизилася за коефіцієнтом С у середньому на 0,1-0,84 т/га. Внесення мінеральних добрив збільшило врожайність в середньому на 1,30-1,41 т/га за вологості 14% порівняно з неудобреним варіантом. Збільшення щільності батьківських рослин у гібридній зоні з 40 до 60 та 80 тис. на гектар також вплинуло на підвищення врожайності на 0,81-1,44 т/га [28].

Гідротермічні умови протягом багаторічного періоду досліджень Князюка О. В. дозволили одержати сухої речовини 140-150 ц/га. Максимальний урожай зеленої маси (420 т/га), сухої маси (132 т/га) та збору сухого зерна (59 т/га) забезпечили внесення органічних добрив (40 т/га гною) та мінеральних (N180:P90:K200) добрив по сидератах. Техніка та способи вирощування впливають на показники фотосинтетичної продуктивності гібридів кукурудзи. Збільшивши густоту посадки зі 100 тис. до 120 тис. рослин на га, що відповідно збільшило їх площу листя на 5-10%, а кількість внесення мінеральних добрив на 25-30% [29].

Окрім позитивного впливу на продуктивність кукурудзи, надмірне внесення добрив також може призвести до погіршення якості зерна, забруднення навколишнього середовища та економічних втрат для виробників. Тому особливо важливо визначити оптимальні дозування і пропорції мінеральних добрив для конкретних ґрунтово-кліматичних умов і біологічних особливостей гібрида.

ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДУ

2.1. Місце проведення дослідів

ПП «СЕРВІГ» — сільськогосподарське підприємство, розташоване в Одеському районі Одеської області. Основна діяльність господарства зосереджена на вирощуванні зернових та товарних культур. Підприємство має в обробітку 2535 га орендованих земель в Овідіопольській та Маяківській райгромадах. Ці землі використовуються для інтенсивного товарного сільськогосподарського виробництва, спрямованого на забезпечення попиту на внутрішньому та зовнішньому ринку.

Основним видом діяльності підприємства є вирощування таких культур, як пшениця, ріпак, гірчиця та соняшник. Пшениця є основною продовольчою культурою, яка забезпечує продовольчі та технологічні потреби. Ріпак є важливою сировиною для виробництва нафти та біопалива, гірчиця широко використовується в харчовій промисловості, а соняшник залишається важливою олійною культурою, популярною як на внутрішньому, так і на міжнародному ринках. У галузі рослинництва компанія також займається вирощуванням овочів, баштанних культур, коренеплодів і бульбоплодів, а також здійснює розмноження рослин шляхом селекції та підготовки високоякісного насіння. Комерційна діяльність включає оптову торгівлю зерном, тютюновою сировиною, насінням і кормами для тварин, що дозволяє продавати продукцію на великих ринках і забезпечує ефективний розподіл ресурсів.

Господарство активно застосовує сучасні технології у сфері вирощування сільськогосподарських культур, особливо крапельного зрошення, точного землеробства, оптимізації мінерального живлення та захисту рослин. Тому «СЕРВІГ» в основному демонструє високі показники продуктивності, забезпечуючи конкурентоспроможність на аграрному ринку.

2.2. Характеристика природно-кліматичних умов зони

Зміна клімату становить серйозну загрозу для нашої планети та сильно впливає на сільськогосподарське виробництво. В останні десятиліття на фоні загального потепління зміни гідротермічних умов призвели до нестабільного виробництва сільськогосподарської продукції, зокрема кукурудзи. Дані досліджень свідчать про те, що існуючі сорти кукурудзи мають низький адаптаційний потенціал і потребують довготривалих селекційних зусиль для їх покращення. Потрібні нові адаптивні сорти, здатні забезпечити економічно обґрунтовані врожаї в стресових умовах середовища. У той же час зміна клімату відкриває можливості для нових методів та інновацій у вирощуванні таких культур, як кукурудза. Перед науковцями стоїть завдання впровадження комплексних інноваційних рішень на всіх етапах виробництва цієї культури для підвищення врожайності та покращення якості продукції [30].

Степовий район півдня України має континентально-посушливий клімат з недостатньою кількістю і нерівномірним розподілом опадів протягом року, низькою відносною вологістю повітря, теплими осіннім та зимовим періодами, тривалим безморозним періодом. Майже щороку в цьому регіоні трапляються сильні вітри, пилові бурі та посухи, що завдає значної шкоди сільському господарству [31].

За даними багаторічних спостережень сумарне річне надходження радіації становить 115-116 ккал/см², з них радіація, отримана за вегетаційний період, становить 94-95 ккал/см². Досягнута за вегетаційний період фотосинтетично активна радіація досягає 45-50 ккал/см². Вегетаційний період триває 210-230 днів, безморозний період 170-220 днів, загальна активна температура (вище +10,0°C) 3200-3500°C [31].

У південних степах України річна сума опадів становить 373,4 мм (норма), але вона значно коливається по роках. Місяць із найбільшою кількістю опадів зазвичай червень, приблизно 47,3 мм, а найменш вологі місяці – лютий і березень, приблизно 22,5 мм на місяць. Загалом буває 100-120

днів з опадами, що перевищують 0,1 мм протягом року; опади, що перевищують 5 мм, випадають лише протягом 21-23 днів. Основна кількість опадів (60-70%) випадає в теплий період року, переважно у вигляді злив, часто супроводжуються шквалистими вітрами, іноді градом. У середньому максимальна добова кількість опадів становить 50-60 мм, місцями досягаючи 150-180 мм. Для цієї території характерні тривалі бездощові періоди – до 50-60 днів [32]. Додаткові кліматичні дані можна подати у вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Кліматичні показники Одеського району Одеської області

№ п/п	Кліматичні показники	
1	Довжина безморозного періоду	175-185 днів
2	Сума позитивних температур, більше 0°C	3100-3300°C
3	Сума опадів за рік	380-420 мм
4	Середньорічна температура повітря	10-10,5°C
5	Абсолютний мінімум температури повітря	-22...-24°C
6	Абсолютний максимум температури повітря	+40°C
7	Середня дата першого приморозку, осінь	15-20 листопада
8	Середня дата останнього весняного приморозку	5-10 квітня
9	Довжина періоду із сніговим покривом	25-35 днів
10	Середня із максимальних висот снігового покриву	7-10 с
11	Середня глибина промерзання ґрунту	40-45 см
12	Максимальна глибина промерзання ґрунту	70-75 см
13	Переважаючий напрямок вітру	північно-західний або західний

Повітряні та ґрунтові посухи в області відбуваються майже щороку. Відносна вологість повітря протягом 40-60 днів на рік може знижуватися до 30% і менше, а під час сильних посух - до 10-15%. Імовірність сильної посухи

з травня по серпень становить 80-100%. Гідротермічний коефіцієнт, тобто відношення кількості опадів за період середньодобової температури вище 10°C до сумарної температури за цей же період, зменшується в 10 разів (0,6-0,7), що свідчить про сухий клімат [31].

У цьому регіоні найбільші запаси продуктивної води за неполивних умов спостерігаються навесні в зоні розташування основної кореневої системи рослини. У цей час в одному метрі ґрунту вони в середньому становлять 90-110 мм, в посушливі роки - 50-70 мм, а глибина зволоження в роки з більшою кількістю опадів не перевищує 40-60 см. Восени і взимку глибина зволоження досягає 150-170 см [33].

Зими короткі, малосніжні, морози і сніготанення нестійкі, але в окремі роки морози і сніготанення досить сильні. Сніговий покрив невеликий - 5-6 см, іноді - 10-20 см. Сильні зимові вітри здувають сніг з відкритих степів, що ще більше знижує поверхневу вологість ґрунту. Взимку часті відлиги, сніговий покрив нестійкий. Середня глибина промерзання 40-45 см, максимально досягає 70-75 см. Ґрунт повністю відтає зазвичай у третій декаді березня [34].

Весна коротка, не більше двох місяців, прохолодна і суха, з поступовим підвищенням відносної вологості і збільшенням сонячних днів. Середня кількість опадів у березні становить 26 мм. Квітень, особливо травень, теплий. Середні місячні температури відповідно +10,0°C і +16,0°C, найвища температура квітня +29°C, травня +34°C. Весняні заморозки припиняються в середньому у другій декаді квітня, але в окремі роки спостерігаються й пізніше [35].

Літо спекотне і посушливе, середня місячна температура липня, найспекотнішого місяця, становить +21,9 °C, іноді навіть сягає 39 °C і вище. Навіть при хорошому забезпеченні вологою такі високі температури можуть призвести до гальмування процесу росту рослин. У більшості випадків негативний вплив посухи на врожайність кукурудзи та інших культур спостерігається в червні і триває до серпня. Опадів найбільше влітку,

переважно у вигляді злив, але вода швидко випаровується і не може глибоко жити ґрунт. Запаси вологи в ґрунті виникають в основному за рахунок осінніх опадів і весняного танення снігу, але навіть у цей період ґрунт неглибоко зволожений і тому має мало продуктивної вологи [36]

Осінь тепла і суха, починається при зміні середньодобової температури на 10°C. Характерною особливістю осені в південних степах є спекотна сонячна погода. У вересні температура в першій декаді становить 18,7°C, у другій — 16,8°C, у третій декаді досягає 15°C. Перші заморозки бувають у другій половині жовтня [37].

В експериментальному дослідженні з 2023 по 2024 рр. метеорологічні умови на території були типовими, але спостерігалися значні відмінності в кількості атмосферних опадів кожного року та їх розподілі протягом вегетаційного періоду.

2.3. Характеристика ґрунтів господарства

Ґрунт досліджуваної ділянки — південний чорнозем середньосуглинковий, ґрунтові води залягають глибоко. Південний чорнозем середньосуглинковий, що представлений на досліджуваній ділянці Одеського району, є одним із найбільш продуктивних типів ґрунтів, характерних для південної частини України. Його формування відбувалося під впливом посушливого клімату, степової рослинності та лесової породи, багатой на вапно та гіпс. Це забезпечило унікальні фізико-хімічні властивості ґрунту, які визначають його високу агрономічну цінність.

Порода, з якої утворений ґрунт — лес, багатий вапном і гіпсом, характерний для зрошуваних районів півдня України. Загальна пористість шару ґрунту 0-40 см становить 47 % [38].

Гумусовий шар від темно-сірого, майже чорного кольору, має висоту 37-52 см. Характеризується високою солонцюватістю і вузьким співвідношенням

Ca^{2+} і Mg^{2+} (2,5-2,8), високою пористістю та має грудкувату форму. Містить велику кількість корневих залишків культурних рослин і бур'янів. Діапазон обробітку 0-30 см. Перехідний шар має крупнозернисту або блокасто-призматичну структуру. Нижче гумусового горизонту знаходяться білі зірчасті карбонатні відкладення. Крім того, в сухому стані ґрунт має високу щільність і низьку водопроникність, завдяки чому легко набухає [31].

Мінімальна вологість шару ґрунту 0-70 см — 22,0 %, вологість в'янення — 9,7 % від маси сухого ґрунту, щільність — 1,40 г/см³. У робочому шарі ґрунту міститься гумусу 2,9-3,2%, рухомого фосфору - 31-38 і обмінного калію - 332-525 мг/кг ґрунту. Загальний вміст азоту в ґрунті 0,20-0,25 %, фосфору 0,12-0,14 %. Ґрунтові поглинальні комплекси насичені переважно кальцієм і магнієм. Реакція верхнього ґрунтового розчину близька до нейтральної або слаболужної (рН=6,8~7,2), поступово зростає по профілю.

Поєднання високої природної родючості та сучасних агротехнічних заходів дає можливість вирощувати різноманітні культури, зокрема кукурудзу. Однак підтримка родючості цих ґрунтів вимагає систематичного управління, включаючи зрошення, належне внесення добрив, контроль ерозії та підтримку оптимальної структури ґрунту.

З метою підвищення ефективності використання чорноземів південних в умовах дослідного господарства рекомендується зосередити увагу на раціональному використанні ресурсів, оптимізації сівозмін, підборі адаптивних культур і застосуванні систем зрошення. Це дозволить зберегти високу продуктивність ґрунту та забезпечить стабільність сільськогосподарського виробництва в регіоні.

2.4. Погодні умови за роки проведення дослідів

Для аналізу погодних умов під час проведення досліджень у 2023-2024 роках необхідно враховувати основні метеорологічні показники: температуру, кількість опадів та тривалість вегетаційного періоду. Нижче подано загальну

характеристику клімату цих років за наявними даними для Одеської області. Під впливом кліматичних змін середньорічна температура у 2023 році буде дещо вищою за середню багаторічну. Літо характеризується інтенсивними хвилями спеки з середньою температурою 24-26°C і піком понад 35°C.

Весна у 2023 році прийшла рано, стійке потепління почалося вже у квітні. Середня температура з квітня по травень коливається від 12 до 16°C. У 2023 році опади були нерівномірними. Недостатня кількість весняних опадів призводить до недостатнього зволоження ґрунту. Зливи в літні місяці не завжди сприяють накопиченню вологи.

Загальна тенденція літа 2024 року полягає в тому, що середні температури продовжують зростати порівняно з попередніми роками. Взимку і навесні 2024 року, особливо в квітні, опадів було дещо менше. Це створює передумови для штучного зрошення. Вегетаційні умови 2024 року відповідають середнім показникам зони, але спостерігається тенденція до зменшення природної вологозабезпеченості. Детальніше кліматичні умови описані в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Кліматичні умови періоду вегетації кукурудзи досліджуваних років

Місяць	Температура, °C (2023)	Температура, °C (2024)	Максимальна температура, °C	Мінімальна температура, °C	Опади, мм (2023)	Опади, мм (2024)
Квітень	12,5	12,0	22	3	12	28
Травень	18,0	17,5	28	10	40	35
Червень	22,5	22,0	33	16	45	42
Липень	25,0	24,5	37	19	20	18
Серпень	24,0	23,8	36	18	7	14
Вересень	19,5	19,0	30	12	30	28

Середня температура квітня становить близько 12,5°C, що створює сприятливі умови для посіву. У травні температура піднімається до 18°C і в цей час рослини активно ростуть. Літо, особливо червень-липень, має більш високу температуру (22,5-25,0 °C), максимальна температура досягає +37 °C. У вересні температура опустилася до 19,5°C, створивши найкращі умови для завершення наливу зерна.

У період з квітня по травень кількість опадів зменшилася приблизно на 30-40 мм, нижче оптимального рівня, що створює ризик недостатньої вологи в ґрунті на ранніх стадіях розвитку кукурудзи. Чому ми і завадили з використанням зрошення.

Опадів у червні випадає приблизно 45 мм, але їх нерівномірний характер (зливи) може призвести до поверхневого стоку та обмеженого проникнення води в ґрунт. Липень і серпень сухі, лише 20-25 міліметрів опадів. Тут необхідний полив для підтримки водного балансу.

Влітку, завдяки тривалому сонячному світлу, кукурудза може отримати достатню кількість сонячної енергії. Це сприяє активному фотосинтезу і швидкому накопиченню органічних речовин. Високі температури в поєднанні з малою кількістю опадів можуть викликати стрес у рослин протягом липня та серпня. Це частково і вплинуло на цвітіння, запліднення і формування качанів. Місцеві зливи не завжди достатньо ефективні для поповнення запасів вологи в ґрунті, тоді в нагоді стає використання зрошення.

Погодні умови для сезону вирощування кукурудзи 2023-2024 рр. загалом сприятливі, але потребують корекції через використання зрошувальних систем. Температурні умови сприяють активному росту культур, але недостатня кількість опадів у критичні періоди підкреслює важливість належного застосування зрошення для забезпечення стабільних врожаїв.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ

3.1. Програма і загальна методика досліджень

Метою кваліфікаційної роботи було встановити вплив мінерального живлення на продуктивність кукурудзи в умовах зрошення Степу України. Дослідження проводили в межах ПП «СЕРВІГ» с. Миколаївка, Одеський район, Одеська область. Для вивчення наукових питань було використано метод польового дослідження. Схема досліду включала наступні варіанти:

варіант 1 – Без внесення добрив. Полив дощуванням.

варіант 2 – Припосівне внесення Сульфоамофосу 70 кг/га. Полив дощуванням.

варіант 3 – Припосівне внесення Сульфоамофосу 70 кг/га, Кореневе підживлення Карбамід 70 кг/га. Полив дощуванням.

варіант 4 – Припосівне внесення Сульфоамофосу 70 кг/га, Підживлення Карбамід 70 кг/га. Крапельний полив.

Повторність у досліді чотириразова, розташовані в один ярус, розміщення варіантів в досліді систематичне. Загальна площа облікової ділянки становить 21 м².

3.2. Методика супутніх досліджень

Відмічають такі фенофази: початок і повні сходи, початок і повне цвітіння волоті, початок і повне цвітіння качанів [появи маточкових ниток («шовку»)], молочна, молочно-воскова, воскова і повна стиглість зерна. У фазі молочної стиглості зерно сформоване, за натискання пальцями виділяє біломолочну рідину; в молочно-восковій стиглості – тістоподібну масу, за розтирання зерна відчуються тверді крупинки; у восковій стиглості зерно цілком сформоване, не роздушуються пальцями, але ріжеться нігтем.

Основною ознакою повної стиглості є поява на зерні, в місці прикріплення до стрижня качана (у його середній частині) чорного прошарку, а також пожовтіння обгорток, виявлення коричневого кільця на стеблі в місці прикріплення качана. Фази стиглості визначають за верхніми качанами, розкриваючи за кожного спостереження поспіль 10 качанів на кінцевих захистках. День, коли принаймні 8 качанів з 10 будуть перебувати у фазі, що визначається, реєструють як дату її настання. Густоту стояння рослин визначають і формують згідно з прийнятою для відповідних груп стиглості гібридів після останнього міжрядного обробітку. Підраховують усі рослини на обліковій частині ділянок усіх повторень і перераховують на гектар через ділення загальної кількості рослин у всіх повтореннях на загальну облікову площу ділянок і множенням на 10 000.

Перед появою волотей для спостережень за висотою рослин, кількістю та висотою прикріплення качанів, виляганням, ламкістю стебел тощо на кожній ділянці закріплюють по 25 рослин (всього 100 рослин кожного сорту). Обліки виконують тільки на головному стеблі. У разі випадіння однієї або кількох закріплених рослин їх замінюють такою самою кількістю в тому ж рядку. В усіх дослідках не пізніше фази молочно-воскової стиглості за 25 рослинами (виділеними зі 100 закріплених) визначають:

- висоту рослин, см – відстань від поверхні ґрунту до верхівки волоті;
- висоту прикріплення нижнього розвиненого (з зерном) качана (відстань від поверхні ґрунту до місця прикріплення його до стебла), см;
- кількість качанів на рослині, шт.;
- куцистість – кількість усіх стебел на рослині, шт.;
- стійкість до вилягання рослин, за дев'ятибальною шкалою: 9 – неполеглі; 7 – слабо полегли, що відхилилися від вертикального положення до 30°; 5 – середньо полегли, що відхилилися на 31–45° ; 3 – полегли, що відхилилися на 46–60°; 1– сильно полегли, що нахилені від вертикального положення понад 60 °.

За ручного збирання врожаю качани з кожної ділянки звільняють від обгортки і зважують (качани, що не досягли воскової стиглості з обліку вилучають). За середньою пробою качанів (по 5 з кожного повторення) визначають відсоток виходу зерна. Перед визначенням виходу зерна за цією пробою визначають:

- середню масу одного качана, г;
- ураження хворобами та пошкодження шкідниками, %;
- довжину качана, см (середнє з 25 вимірювань).

Визначення врожайності проводять із попереднім підсушуванням проби або без нього, тобто за фактичною вологістю зерна за збирання (передзбиральна вологість).

3.3. Характеристика сорту або гібриду, які вивчались в досліді

Гібрид кукурудзи Мінерва є високопродуктивним сортом, призначеним для вирощування в різних агрокліматичних умовах. Цей гібрид відзначається комплексом важливих агрономічних характеристик, які роблять його популярним серед сільськогосподарських виробників.

Основні характеристики гібриду кукурудзи Мінерва:

Мінерва є середньораннім або середньостиглим гібридом кукурудзи, що забезпечує стабільний урожай за умов помірного клімату та достатнього зволоження. Тривалість вегетаційного періоду дозволяє отримати високі результати навіть у регіонах із коротким вегетаційним періодом. Гібрид має високу потенційну врожайність завдяки інтенсивному розвитку рослин та формуванню великих качанів. За оптимальних умов вирощування, урожайність може перевищувати середні показники по регіону.

Стійкість до стресових факторів

- Стійкість до посухи: Мінерва добре переносить тимчасовий дефіцит вологи завдяки розвиненій кореневій системі та здатності ефективно використовувати запаси ґрунтової вологи.

- Стійкість до вилягання: Рослини мають міцне стебло, що зменшує ризик вилягання навіть у вітряних умовах або при надмірному навантаженні на качани.

- Холодостійкість: Гібрид адаптований до ранніх термінів сівби та зберігає стабільний ріст при помірних весняних заморозках.

Агрономічні показники

- Висота рослини: Середня висота рослини гібриду Мінерва коливається в межах 230–250 см, що сприяє легкому механізованому збиранню врожаю.

- Качан: Форма качана циліндрична, зерно жовто-золотистого кольору з високим виходом зернової маси. Кількість рядів у качані — від 14 до 18.

- Маса 1000 зерен: Зерно має високу масу 1000 насінин, що є ознакою високої продуктивності.

- Тип зерна: Зубовидний або зубоподібно-кременистий тип зерна з високим вмістом крохмалю.

Стійкість до хвороб і шкідників

Гібрид кукурудзи Мінерва демонструє стійкість до основних хвороб, зокрема: пухирчаста сажка; фузаріоз качана та стебла; гельмінтоспоріоз. Також відзначається середньою стійкістю до ураження комахами-шкідниками, такими як кукурудзяний метелик.

Гібрид Мінерва є універсальним у використанні:

- Зернове виробництво: Завдяки високій врожайності та великій масі зерна гібрид активно використовується для виробництва товарного зерна.

- Силос: Можливе використання гібриду для заготівлі силосу, оскільки рослина формує значну зелену масу з високим рівнем енергії для корму тварин.

Таким чином, гібрид кукурудзи Мінерва є надійним вибором для фермерів, які прагнуть отримати стабільний і якісний урожай. Завдяки своїй

стійкості до стресів і високому генетичному потенціалу він демонструє відмінні результати у різних кліматичних умовах та агросистемах.

3.4. Агротехніка в досліді

Технологія вирощування кукурудзи передбачає комплексну систему обробітку ґрунту, підготовки та догляду за рослинами, що включає використання сучасної техніки та ефективних агрономічних практик.

Після збирання попередника (ячменю) на полях проводиться лушення стерні, що допомагає зберегти вологу та подрібнити рослинні рештки. Для цього використовують трактор Fendt 722 з дисковою бороною Lemken, що ефективно обробляє верхній шар ґрунту. Наступним етапом є основний обробіток ґрунту – оранка на глибину 25–27 см за допомогою трактора Fendt 936 з плугом Унія 8+1, що забезпечує загортання органічних решток та покращує структуру ґрунту.

Для створення оптимальних умов для сівби проводиться культивація на глибину 8 см із використанням трактора Fendt 722 і культиватора АК-8. Водночас для передпосівного обробітку ґрунту застосовується культиватор Унія Вікінг 8, що обробляє ґрунт на глибину 6 см, вирівнюючи поверхню і покращуючи її аерацію.

Після підготовки ґрунту проводиться сівба кукурудзи з точним контролем глибини висіву (4 см) і ширини міжрядь (70 см). Для цього використовують трактор Zetor Proxima 110 в поєднанні з сівалкою Kverneland Optima 8, що забезпечує рівномірний розподіл насіння і створює необхідну густоту посівів. Припосівне внесення добрив.

Для підтримки родючості ґрунту та стимулювання росту рослин під час вегетації проводиться підживлення за допомогою трактора МТЗ-82 та культиватора КРН 4.2. Паралельно з цим застосовується гербіцидна обробка, що дозволяє контролювати ріст бур'янів і створювати оптимальні умови для розвитку кукурудзи.

В умовах Одеського регіону, де є ризик посухи, важливим є збереження вологи в ґрунті, тому для зрошення полів використовують дощувальну установку Фрегат, яка подає до 300 кубометрів води на гектар. Це забезпечує постійну вологість ґрунту, необхідну для нормального розвитку культури.

Збирання врожаю кукурудзи проводиться в жовтні, коли зерно досягає оптимальної стиглості. Для цього використовують комбайн Claas, що дає змогу максимально ефективно зібрати врожай з мінімальними втратами.

Загалом, ця технологія дозволяє створити належні умови для росту та розвитку кукурудзи, що забезпечує високу врожайність навіть в умовах несприятливого клімату. Використання сучасної техніки та агрономічних заходів гарантує ефективність та сталість виробництва кукурудзи в умовах Степу України.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Ріст та розвиток кукурудзи залежно від мінерального живлення

Мінеральне живлення є одним із ключових факторів, що впливають на ріст та розвиток кукурудзи. Забезпечення рослини необхідними елементами живлення на різних етапах її онтогенезу сприяє формуванню здорової та продуктивної культури. Азот, фосфор і калій відіграють особливу роль у цьому процесі, оскільки кожен із них виконує специфічні функції у метаболізмі рослини.

Азот забезпечує інтенсивний ріст вегетативної маси кукурудзи, впливає на фотосинтетичну активність та утворення білків, що є основою для розвитку листя та стебла. Нестача азоту може спричинити зменшення розміру листя, уповільнення росту та зниження врожайності. Фосфор необхідний для розвитку кореневої системи, енергетичного обміну та утворення генеративних органів. Його дефіцит позначається на темпах формування качанів та зерна. Калій, своєю чергою, впливає на водний баланс рослини, підвищує стійкість до посухи, хвороб і несприятливих умов середовища.

Окрім основних макроелементів, важливе значення мають мікроелементи, такі як цинк, бор, магній і залізо, які забезпечують ферментативну активність і підтримують обмін речовин на клітинному рівні. Оптимальне забезпечення мінеральними елементами сприяє збільшенню інтенсивності росту рослин, покращенню структури врожаю, а також підвищує якісні показники зерна кукурудзи.

Недостатнє або нерівномірне мінеральне живлення може призводити до фізіологічних порушень у рослин, зниження їх продуктивності та якісних характеристик врожаю. Таким чином, правильне застосування добрив і врахування потреб кукурудзи в елементах живлення є важливими умовами для отримання стабільного й високого врожаю.

В таблиці 4.1. наведений результати обліку висоти рослин в умовах дослідження. На варіанті 1 висота рослин становила 152,4 см, на варіанті 2 висота рослин становила 210,6 см, на варіанті 3 висота рослин становила 230,7 см, на варіанті 4 висота рослин становила 250,5 см.

Таблиця 4.2.

Висота рослин кукурудзи залежно від мінерального живлення

Варіанти	Висота рослин, см
Без внесення добрив. Полив дощуванням	152,4
Припосівне внесення Сульфоамофосу 70 кг/га. Полив дощуванням.	210,6
Припосівне внесення Сульфоамофосу 70 кг/га, Кореневе підживлення Карбамід 70 кг/га. Полив дощуванням.	230,7
Припосівне внесення Сульфоамофосу 70 кг/га, Підживлення Карбамід 70 кг/га. Крапельний полив.	250,5

Залежно від умов мінерального живлення та способу поливу, висота рослин кукурудзи суттєво змінюється. За відсутності внесення добрив та за умов поливу дощуванням висота рослин становить 152,4 см, що є найнижчим показником серед усіх варіантів. Це свідчить про недостатній рівень живлення, який обмежує ріст рослин.

Застосування припосівного внесення Сульфоамофосу (70 кг/га) у поєднанні з поливом дощуванням значно підвищує висоту рослин до 210,6 см, що вказує на позитивний вплив мінерального живлення. Додаткове кореневе

підживлення Карбамідом (70 кг/га) у тому ж режимі поливу ще більше сприяє росту рослин, забезпечуючи висоту 230,7 см.

Найвищий показник висоти рослин — 250,5 см — досягнуто за умови припосівного внесення Сульфоамофосу, підживлення Карбамідом (70 кг/га) та застосування крапельного поливу. Це свідчить про найбільший ефект від поєднання оптимального мінерального живлення з ефективним водозабезпеченням рослин.

Найбільша висота рослин кукурудзи спостерігається при комплексному застосуванні мінерального живлення (Сульфоамофос та Карбамід) у поєднанні з крапельним поливом. Це свідчить про синергічний вплив оптимального живлення та ефективного поливу на ріст рослин. Відсутність добрив та використання лише дощування значно обмежують розвиток рослин.

4.2. Продуктивність кукурудзи залежно від мінерального живлення

Мінеральне живлення відіграє вирішальну роль у формуванні продуктивності кукурудзи, адже забезпечує рослини необхідними елементами для здійснення ключових фізіологічних процесів, таких як фотосинтез, дихання, синтез білків та інших органічних сполук. Наукові дослідження доводять, що раціональне використання добрив сприяє підвищенню врожайності, покращує якісні характеристики зерна та забезпечує економічну ефективність аграрного виробництва.

Визначення продуктивності рослин кукурудзи залежно від мінерального живлення проводили шляхом визначення довжини качана та маси зерна з 1 качана (табл. 4.2). На варіанті 1 довжина качана становила 18,6 см та маса насіння з качана становила 111,2 г, на варіанті 2 довжина качана становила 19,9 см та маса насіння з качана становила 135,7 г, на варіанті 3 довжина качана становила 20,5 см та маса насіння з качана становила 157,3 г, на варіанті 4 довжина качана становила 21,4 см та маса насіння з качана становила 199,2 г.

Таблиця 4.2

**Показники продуктивності кукурудзи
залежно від мінерального живлення**

Варіанти	Маса зерна з качана, г	Довжина качана, см
Без внесення добрив. Полив дощуванням	111,2	18,6
Припосівне внесення Сульфоамофосу 70 кг/га. Полив дощуванням.	135,7	19,9
Припосівне внесення Сульфоамофосу 70 кг/га, Кореневе підживлення Карбамід 70 кг/га. Полив дощуванням.	157,3	20,5
Припосівне внесення Сульфоамофосу 70 кг/га, Підживлення Карбамід 70 кг/га. Крапельний полив.	199,2	21,4

Отримані результати чітко демонструють позитивний вплив інтенсивного мінерального живлення на продуктивність кукурудзи: з підвищенням рівня мінерального забезпечення зростають як довжина качана, так і маса зерна з одного качана. При цьому варіант 4 показав максимальні результати, що свідчить про високу ефективність оптимального забезпечення рослин елементами живлення за умов краплинного зрошення.

В таблиці 4.3 наведені результати дослідження маси 1000 насінин кукурудзи залежно від мінерального живлення та становило в межах 280,4 г на контролі та 290,2-345,7 г за варіантами дослід.

Таблиця 4.3

Маса 1000 насінин кукурудзи

залежно від мінерального живлення

Варіант	Маса 1000 насінин, г
Без внесення добрив. Полив дощуванням	280,4
Припосівне внесення Сульфоамофосу 70 кг/га. Полив дощуванням.	290,2
Припосівне внесення Сульфоамофосу 70 кг/га, Кореневе підживлення Карбамід 70 кг/га. Полив дощуванням.	320,5
Припосівне внесення Сульфоамофосу 70 кг/га, Підживлення Карбамід 70 кг/га. Крапельний полив.	345,7

Врожайність кукурудзи за варіантами дослідів становила: варіант 1 – 5,02 т/га, варіант 2 – 6,26 т/га, варіант 3 – 7,14 т/га, варіант 4 – 9,01 т/га (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Урожайність кукурудзи залежно від мінерального живлення

Варіант повторності	Урожайність, т/га				
	I	II	III	IV	Середнє значення
Без внесення добрив. Полив дощуванням	5,1	4,9	5,2	4,88	5,02
Припосівне внесення Сульфоамофосу 70	6,3	6,1	6,4	6,24	6,26

кг/га. Полив дощуванням.					
Припосівне внесення Сульфоамофосу 70 кг/га, Кореневе підживлення Карбамід 70 кг/га. Полив дощуванням.	7,26	7,2	7,1	7,0	7,14
Припосівне внесення Сульфоамофосу 70 кг/га, Підживлення Карбамід 70 кг/га. Крапельний полив.	9,12	8,95	9	8,96	9,01

На основі отриманих даних можна зробити висновок, що урожайність кукурудзи значною мірою залежить від застосування мінерального живлення та способу поливу. Найнижчу урожайність (5,02 т/га у середньому) було зафіксовано на ділянках, де не вносили добрив і застосовували лише полив дощуванням. Це свідчить про обмеженість природного родючого потенціалу ґрунту без додаткового живлення.

При внесенні Сульфоамофосу у кількості 70 кг/га під час сівби урожайність зросла до 6,26 т/га у середньому. Це підкреслює позитивний вплив мінерального живлення на розвиток рослин і формування врожаю.

Ще вищі результати було досягнуто при комбінованому застосуванні Сульфоамофосу (70 кг/га) під час сівби та кореневого підживлення Карбамідом (70 кг/га) за умов поливу дощуванням. У цьому випадку середня урожайність становила 7,14 т/га, що вказує на ефективність додаткового підживлення для підвищення врожайності.

Найвищі показники урожайності (9,01 т/га у середньому) отримано при поєднанні внесення Сульфоамофосу (70 кг/га) під час сівби та підживлення

Карбамідом (70 кг/га) з крапельним поливом. Це підтверджує, що крапельний полив у поєднанні з оптимальним мінеральним живленням є найбільш ефективною технологією для підвищення продуктивності кукурудзи.

Таким чином, застосування мінеральних добрив разом із крапельним поливом забезпечує максимальну урожайність кукурудзи, тоді як відсутність добрив та використання лише дощування значно обмежує потенціал культури.

Достовірність результатів досліджень визначали за допомогою дисперсійного аналізу (табл. 4.5).

За результатами дисперсійного аналізу робимо висновок, що різниця між варіантами досліду достовірна на обох рівнях надійної імовірності, оскільки критерій Фішера фактичний становить більше ніж теоретичний.

Таблиця 4.5

Результати дисперсійного аналізу

Розсіювання	Суми квадратів	Число ступенів вільності, ν	Дисперсія варіантів, S^2	$F_{\text{факт}}$	$F_{\text{теор}}$	
					$P_{0,95}$	$P_{0,99}$
загальне	33,92	15				
повторень	0,10	3				
варіантів	33,74	3	11,25	1291	3,86	6,99
похибки	0,08	9	0,01			

Після проведення дисперсійного аналізу, також зробили висновок про точність обчислення досліду і допустимість похибки (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

Підсумки дисперсійного аналізу

№	Варіант/			НІР	S_x , %	T , %
---	----------	--	--	-----	-----------	---------

	повторність	Середнє значення, т/га	Різниця, d	0,95	0,99		
1	1 варіант	5,02					
2	2 варіант	6,26	1,24	0,15	0,21	0,68	99,32
3	3 варіант	7,14	2,12				
4	4 варіант	9,01	3,99				

Відповідно до дисперсійного аналізу точність обчислення середніх арифметичних склала 99,32 %, а відносна похибка досліду – 0,68 %.

Статистична обробка результатів дослідження свідчить, що зростання врожайності проти контролю істотна, про що свідчить різниця між середніми варіанта нижча від НІР на обох рівнях ймовірності (0,15 та 0,21 відповідно).

4.3. Економічна ефективність заходу

Мінеральне удобрення є одним із ключових факторів, що визначають економічну ефективність вирощування кукурудзи в умовах Степу України. У цьому регіоні агрокліматичні умови, зокрема часті посухи та нестача вологи, суттєво обмежують потенціал продуктивності сільськогосподарських культур. Тому раціональне використання добрив відіграє вирішальну роль у забезпеченні високих врожаїв та економічної стабільності агровиробництва.

Оптимальне мінеральне живлення кукурудзи сприяє інтенсивному росту та розвитку рослин, збільшенню врожайності та покращенню якісних характеристик зерна. Дослідження підтверджують, що застосування збалансованих доз азотних, фосфорних та калійних добрив значно підвищує ефективність виробництва. Зокрема, за даними науковців, внесення азоту в дозі 120–150 кг/га д.р. разом із фосфором (80–100 кг/га д.р.) та калієм (40–60 кг/га д.р.) дозволяє отримати додатково 1,5–2,0 т/га зерна кукурудзи. Це

забезпечує не лише окупність витрат на добрива, але й суттєве збільшення прибутку.

В умовах степових регіонів чорноземи звичайні та південні характеризуються високим природним потенціалом родючості. Проте без додаткового внесення мінеральних добрив цей потенціал не може бути повністю реалізований. Удобрення сприяє збагаченню ґрунту необхідними елементами живлення, які стимулюють процеси фотосинтезу, синтез білків, формування генеративних органів та налив зерна. Азот відіграє ключову роль у формуванні врожайності, фосфор стимулює розвиток кореневої системи та утворення зерна, а калій забезпечує стійкість до посухи та підвищує якість зерна.

Особливе значення має правильна технологія внесення добрив. У степових умовах, де дефіцит вологи є частим явищем, доцільним є локальне внесення добрив у прикореневу зону. Це дозволяє рослинам максимально ефективно засвоювати поживні речовини навіть за несприятливих погодних умов. Також хороші результати дає поєднання мінерального удобрення з органічними добривами або сидератами, що сприяє покращенню водоутримуючої здатності ґрунту та збереженню його родючості.

Економічна ефективність мінерального удобрення кукурудзи визначається співвідношенням додаткового врожаю до вартості внесених добрив. У дослідженнях, проведених у степовій зоні України, встановлено, що раціональне застосування добрив дозволяє підвищити рентабельність вирощування кукурудзи з 20% до 50%. Наприклад, додатковий прибуток від застосування комплексного удобрення може сягати 4–7 тисяч гривень на гектар, залежно від рівня інтенсивності технології та погодних умов року. Окупність витрат на добрива у таких випадках становить 200–300%.

Крім того, важливу роль відіграє використання мікроелементів, таких як цинк, бор і магній. Ці елементи сприяють підвищенню стійкості рослин до стресових умов, зокрема посухи, а також покращують якість зерна, збільшуючи вміст білка та крохмалю. Наприклад, внесення цинку в ґрунти

степової зони показало суттєве покращення наливу зерна та збільшення його ваги.

Таким чином, мінеральне удобрення в умовах Степу України є не лише агротехнічним прийомом, але й економічно доцільною інвестицією у підвищення врожайності та якості кукурудзи. Збалансоване живлення рослин, адаптоване до регіональних умов, забезпечує стабільний дохід агровиробників, підвищує ефективність використання ресурсів та сприяє збереженню родючості ґрунтів.

Економічна оцінка вирощування кукурудзи в умовах Степу України наведені в табл. 4.7.

Реалізаційна ціна станом на грудень 2024 кукурудзи становить 8900 грн/т. Виробничі витрати складають вартість насіння, витрати на паливо, систему захист, полив, амортизацію техніки в середньому складають біля 23100 грн/га.

Таблиця 4.7

**Економічна ефективність вирощування
кукурудзи залежно від мінерального живлення**

№	Показник	Варіанти			
		1 варіант	2 варіант	3 варіант	4 варіант
1	Урожайність, ц/га	5,02	6,26	7,14	9,01
2	Дохід від реалізації, грн на 1 га (Ціна*п.1)	44678	55714	63546	80189
3	Виробничі витрати грн. на 1 га	23100	24920	26460	41200
4	Виробнича собівартість 1 т, грн.(п.3:п.1)	4601,6	3980,8	3705,9	4572,7
5	Отримано валового прибутку на 1 га, грн. (п.2-п.3)	21578	30794	37086	38989

6	Отримано валового прибутку на 1 т, грн. (п.5:п.1)	4298,4	4919,2	5194,1	4327,3
7	Рівень рентабельності виробництва, % (п.6:п.4)	93,41	123,57	140,16	94,63

Економічна ефективність вирощування кукурудзи залежно від мінерального живлення демонструє значну варіацію показників за різними варіантами. Підвищення рівня мінерального живлення позитивно впливає на врожайність, яка зростає від 5,02 ц/га у першому варіанті до 9,01 ц/га у четвертому варіанті. Збільшення врожайності, у свою чергу, сприяє зростанню доходу від реалізації продукції: якщо у першому варіанті дохід становить 44 678 грн/га, то у четвертому він підвищується до 80 189 грн/га.

Однак із підвищенням інтенсивності мінерального живлення зростають і виробничі витрати. У перших трьох варіантах на фоні зрошення дощуванням витрати коливаються в межах 23 100 – 26 460 грн/га, тоді як у четвертому вони різко збільшуються до 41 200 грн/га за рахунок витрат на крапельне зрошення. Це призводить до вищої собівартості продукції на 1 гектар, хоча й урожайність є значно вищою. Найнижча собівартість виробництва 1 тонни кукурудзи спостерігається у третьому варіанті (3 705,9 грн/т), що є результатом оптимального співвідношення між витратами та врожайністю.

Щодо прибутковості, валовий прибуток на гектар зростає від 21 578 грн/га у першому варіанті до 38 989 грн/га у четвертому. Проте валовий прибуток на 1 тону продукції досягає максимуму у третьому варіанті (5 194,1 грн/т), що вказує на найкращу ефективність витрат у цьому варіанті. Рівень рентабельності виробництва також найвищий у третьому варіанті та становить 140,16%, тоді як у четвертому він знижується до 94,63% через значно вищі витрати на виробництво.

Найбільш економічно ефективним є третій варіант мінерального живлення. У цьому варіанті досягнуто оптимального поєднання витрат,

урожайності та прибутковості, що забезпечує найнижчу собівартість продукції, найвищий валовий прибуток на 1 тону та максимальний рівень рентабельності. Четвертий варіант, хоч і забезпечує найвищу урожайність та дохід, супроводжується надмірним зростанням виробничих витрат, що знижує економічну ефективність.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Вирощування кукурудзи в умовах Одеської області, з її специфічними природно-кліматичними особливостями, вимагає уваги до питань охорони навколишнього середовища. Цей регіон характеризується посушливим кліматом, високою температурою влітку, нерівномірним розподілом опадів і чутливими до антропогенного впливу ґрунтами. Інтенсивне землеробство, спрямоване на отримання високих врожаїв, може призводити до деградації природних ресурсів, якщо не враховувати екологічні аспекти.

Мінеральне удобрення є ключовим інструментом для підвищення врожайності кукурудзи, проте неправильне його застосування може мати серйозні наслідки для навколишнього середовища. Умови Одеської області, зокрема низький рівень ґрунтової вологи, сприяють вимиванню нітратів у глибші шари ґрунту, що забруднює підземні води. Щоб мінімізувати ці ризики, необхідно дотримуватися рекомендацій щодо дозування добрив, вносити їх локально та у відповідні фази росту рослин, коли вони найкраще засвоюються. Застосування інгібіторів нітрифікації або використання добрив пролонгованої дії може також зменшити втрати азоту й мінімізувати забруднення.

Одеська область належить до регіонів, схильних до водної та вітрової ерозії ґрунтів. Інтенсивна обробка землі під час вирощування кукурудзи, а також залишення полів без рослинного покриву після збору врожаю, призводить до руйнування структури ґрунту, зменшення його родючості та забруднення сусідніх територій. Щоб уникнути цього, доцільно застосовувати ґрунтозахисні технології, такі як мінімальний обробіток ґрунту, мульчування рослинними рештками та контурне розміщення посівів на схилах. Крім того, сівозміна з використанням сидеральних культур допомагає відновити структуру ґрунту та збагатити його органічними речовинами.

Для боротьби зі шкідниками, хворобами та бур'янами у вирощуванні кукурудзи широко використовують пестициди, які можуть мати негативний

вплив на екосистему. Умови Одеської області, зокрема близькість акваторій Чорного моря та лиманів, посилюють ризики забруднення водних об'єктів. Застосування хімічних засобів повинно бути обґрунтованим та проводитися з урахуванням інтегрованих підходів до захисту рослин. Використання біопрепаратів, які мають менший токсичний вплив на довкілля, є ефективною альтернативою. Зокрема, інтродукція хижих комах і корисних мікроорганізмів сприяє зниженню популяцій шкідників без шкоди для екосистеми.

У регіоні з дефіцитом вологи важливим є впровадження ресурсозберігаючих технологій, які сприяють збереженню води та енергії. Зрошення, яке широко використовується в Одеській області, потребує раціонального управління для уникнення засолення ґрунтів. Краплинне зрошення є ефективним методом, що забезпечує оптимальне водопостачання рослин із мінімальними втратами. Крім того, використання технологій точного землеробства дозволяє скоротити витрати води, добрив та пестицидів, зменшуючи екологічний вплив сільськогосподарського виробництва.

Довготривале вирощування кукурудзи на одному полі без відповідного управління може призводити до виснаження ґрунту. Внесення органічних добрив, таких як гній або компост, сприяє покращенню структури ґрунту та відновленню його родючості. Сидерати (зелені добрива), такі як люпин, горох чи гірчиця, є ефективним способом збагатити ґрунт органічною речовиною та знизити негативний вплив монокультури.

Інтенсивне вирощування кукурудзи часто супроводжується знищенням природних екосистем, що призводить до втрати біорізноманіття. Збереження польових лісосмуг, створення буферних зон уздовж водних об'єктів і вирощування різноманітних культур у сівозміні сприяє підтриманню екологічного балансу. Ці заходи не лише захищають дику природу, але й допомагають контролювати шкідників природним шляхом.

Охорона навколишнього середовища при вирощуванні кукурудзи в умовах Одеської області є невід'ємною частиною сталого сільського господарства. Збалансований підхід, що включає раціональне використання

добрив і пестицидів, запобігання ерозії ґрунту, впровадження ресурсозберігаючих технологій та заходи зі збереження біорізноманіття, дозволяє мінімізувати негативний вплив аграрної діяльності на екосистему. Впровадження екологічних практик є запорукою збереження природних ресурсів і підвищення стійкості сільського господарства в регіоні до кліматичних змін.

Заходи покращення охорони навколишнього середовища при вирощуванні кукурудзи в умовах Одеської області повинні враховувати специфіку регіону, зокрема його посушливий клімат, наявність родючих ґрунтів, а також тенденції до деградації природних ресурсів. Для забезпечення сталого розвитку сільського господарства та зменшення негативного впливу на екологічну ситуацію в Одеській області необхідно вживати кілька комплексних заходів.

У Степу України, де Одеська область є однією з найбільших сільськогосподарських зон, особливо важливою є економія води та енергії. У зв'язку з дефіцитом водних ресурсів та змінами клімату, необхідно впроваджувати ефективні методи зрошення, такі як краплинне зрошення, що дозволяє точно і рівномірно подавати воду до кореневої системи рослин, зменшуючи втрати води та запобігаючи засоленню ґрунтів.

Мінімізація обробітку ґрунту зменшує ризик ерозії, зберігає його структуру та органічну речовину. Використання технологій, таких як безплужне та нульове оброблення ґрунту, дозволяє зберігати вологу, знижує викиди вуглецю та покращує родючість. Це також дозволяє зменшити витрати на енергію та працю, що підвищує економічну ефективність.

Агросистема на основі сівозміни допомагає відновити родючість ґрунту, зменшує ризик накопичення шкідників та хвороб. Включення бобових культур (наприклад, люпину, сої) у сівозміну з кукурудзою сприяє природному збагаченню ґрунту азотом, що знижує потребу в азотних добривах. Сидерати, такі як гірчиця або гірчиця жовта, також допомагають

покращити структуру ґрунту, зберігаючи вологу та додаючи органічну речовину.

В Одеській області багато сільськогосподарських земель залежить від зрошення, що вимагає ефективного управління водними ресурсами. Для збереження водних ресурсів необхідно запроваджувати програми раціонального водокористування, використовувати технології для збереження води та модернізувати зрошувальні системи. Це включає зменшення втрат води під час її транспортування, а також використання системи збору та очищення дощових вод.

Щоб зменшити вплив хімічних речовин на екосистему, потрібно сприяти використанню інтегрованих методів захисту рослин, таких як біологічний контроль шкідників, застосування біопрепаратів та природних ворогів шкідників. Важливо проводити моніторинг стану посівів, щоб визначити точну потребу у пестицидах і добривах. Для зменшення забруднення ґрунту та води потрібно оптимізувати дозування хімічних речовин, застосовувати їх в критичних фазах розвитку культури, коли рослини найбільше потребують підживлення.

Одним із важливих заходів є використання органічних добрив, таких як гній, компост, а також мульчування. Це сприяє збагаченню ґрунту органічною речовиною, покращенню його структури та підвищенню водоутримуючої здатності. Відновлення гумусу в ґрунтах Одеської області є важливою частиною боротьби з деградацією та ерозією ґрунтів.

Інтенсивне землеробство часто призводить до втрати біорізноманіття, що може мати негативні наслідки для екосистеми. Важливо зберігати природні екосистеми, такі як лісосмуги, водно-болотні угіддя та природні заплави, які допомагають утримувати водний баланс, знижують ерозію та підтримують популяції корисних організмів, таких як бджоли, які сприяють запиленню. Також доцільно створювати буферні зони навколо водних об'єктів і використовувати сільськогосподарські рослини, які забезпечують корм для диких тварин та комах.

Покращення екологічної ситуації в Одеській області також потребує активної роботи з місцевими аграріями. Підвищення екологічної свідомості серед фермерів і агрономів через навчання, участь у тренінгах та практичних семінарах допоможе впроваджувати інноваційні та екологічно безпечні методи ведення сільського господарства.

Заходи покращення охорони навколишнього середовища при вирощуванні кукурудзи в умовах Одеської області повинні бути комплексними та враховувати як природні, так і економічні аспекти. Впровадження сталих агротехнологій дозволить зберегти екологічний баланс, знизити негативний вплив на ґрунти, водні ресурси та біорізноманіття, забезпечуючи при цьому високі врожаї і довгострокову ефективність сільськогосподарського виробництва.

ВИСНОВКИ

Метою кваліфікаційної роботи було встановити вплив мінерального живлення на продуктивність кукурудзи в умовах зрошення Степу України. Дослідження проводили в межах ПП «СЕРВІГ» с. Миколаївка, Одеський район, Одеська область. Для вивчення наукових питань було використано метод польового дослідження. Схема досліду включала наступні варіанти: варіант 1 – Без внесення добрив. Полив дощуванням; варіант 2 – Припосівне внесення Сульфоамофосу 70 кг/га. Полив дощуванням; варіант 3 – Припосівне внесення Сульфоамофосу 70 кг/га, Кореневе підживлення Карбамід 70 кг/га. Полив дощуванням; варіант 4 – Припосівне внесення Сульфоамофосу 70 кг/га, Підживлення Карбамід 70 кг/га. Крапельний полив. Повторність у досліді чотириразова, розташовані в один ярус, розміщення варіантів в досліді систематичне. Загальна площа облікової ділянки становить 21 м².

Залежно від умов мінерального живлення та способу поливу, висота рослин кукурудзи суттєво змінюється. За відсутності внесення добрив та за умов поливу дощуванням висота рослин становить 152,4 см, що є найнижчим показником серед усіх варіантів. Це свідчить про недостатній рівень живлення, який обмежує ріст рослин.

Застосування припосівного внесення Сульфоамофосу (70 кг/га) у поєднанні з поливом дощуванням значно підвищує висоту рослин до 210,6 см, що вказує на позитивний вплив мінерального живлення. Додаткове кореневе підживлення Карбамідом (70 кг/га) у тому ж режимі поливу ще більше сприяє росту рослин, забезпечуючи висоту 230,7 см.

Найвищий показник висоти рослин — 250,5 см — досягнуто за умови припосівного внесення Сульфоамофосу, підживлення Карбамідом (70 кг/га) та застосування крапельного поливу. Це свідчить про найбільший ефект від поєднання оптимального мінерального живлення з ефективним водозабезпеченням рослин.

Найбільша висота рослин кукурудзи спостерігається при комплексному застосуванні мінерального живлення (Сульфоамофос та Карбамід) у поєднанні з крапельним поливом. Це свідчить про синергічний вплив оптимального живлення та ефективного поливу на ріст рослин. Відсутність добрив та використання лише дощування значно обмежують розвиток рослин.

Визначення продуктивності рослин кукурудзи залежно від мінерального живлення проводили шляхом визначення довжини качана та маси зерна з 1 качана. Отримані результати чітко демонструють позитивний вплив інтенсивного мінерального живлення на продуктивність кукурудзи: з підвищенням рівня мінерального забезпечення зростають як довжина качана від 18,6 до 20 см, так і маса зерна з одного качана від 111,2 г до 199,2 г. При цьому варіант 4 показав максимальні результати, що свідчить про високу ефективність оптимального забезпечення рослин елементами живлення за умов краплинного зрошення.

Маси 1000 насінин кукурудзи залежно від мінерального живлення та становило в межах 280,4 г на контролі та 290,2-345,7 г за варіантами дослідів. Найнижчу урожайність (5,02 т/га у середньому) було зафіксовано на ділянках, де не вносили добрив і застосовували лише полив дощуванням. Це свідчить про обмеженість природного родючого потенціалу ґрунту без додаткового живлення.

При внесенні Сульфоамофосу у кількості 70 кг/га під час сівби урожайність зросла до 6,26 т/га у середньому. Це підкреслює позитивний вплив мінерального живлення на розвиток рослин і формування врожаю.

Ще вищі результати було досягнуто при комбінованому застосуванні Сульфоамофосу (70 кг/га) під час сівби та кореневого підживлення Карбамідом (70 кг/га) за умов поливу дощуванням. У цьому випадку середня урожайність становила 7,14 т/га, що вказує на ефективність додаткового підживлення для підвищення врожайності.

Найвищі показники урожайності (9,01 т/га у середньому) отримано при поєднанні внесення Сульфоамофосу (70 кг/га) під час сівби та підживлення

Карбамідом (70 кг/га) з крапельним поливом. Це підтверджує, що крапельний полив у поєднанні з оптимальним мінеральним живленням є найбільш ефективною технологією для підвищення продуктивності кукурудзи. Статистична обробка результатів дослідження свідчить, що зростання врожайності проти контролю істотна, про що свідчить різниця між середніми варіанта нижча від НІР на обох рівнях ймовірності (0,15 та 0,21 відповідно).

Вирощування кукурудзи за різними варіантами мінерального живлення демонструє чітку залежність між рівнем інтенсивності живлення та економічними показниками. Третій варіант є найбільш економічно ефективним, оскільки забезпечує оптимальне співвідношення витрат, урожайності та прибутковості. У цьому варіанті досягнуто найнижчу собівартість, найвищий валовий прибуток на 1 тону та максимальний рівень рентабельності. Четвертий варіант, хоча й дає найвищу урожайність та дохід, супроводжується високими витратами на зрошення, що знижує його економічну ефективність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво: Підручник Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
2. Світове виробництво і експорт кукурудзи зростуть у 2023/24 МР — звіт USDA. 2023. URL: <https://latifundist.com/novosti/62829-svitove-virobnitstvo-i-eksport-kukurudzi-zrostut-u-2023-24-mr--zvit-usda>
3. Несмачна М. Україна тримається на 7 місці за обсягом виробництва кукурудзи у світі. 2024. URL: <https://superagronom.com/news/19645-ukrayina-trimayetsya-na-7-mistsiya-za-obsyagom-virobnitstva-kukurudzi-u-sviti>
4. Господарське значення кукурудзи. URL: <https://ecoimpact-ple.com/ru/documents/1486.html>
5. Князюк О. В. Агроекологічні особливості та прийоми технології вирощування кукурудзи: Монографія. Вінниця, ТОВ «Нілан – ЛТД», 2018. 114 с. URL: <https://library.vspu.net/server/api/core/bitstreams/-00694039-7d45-4259-afe4-9dbe3ccdb2e2/content>
6. Паламарчук В. Д. Вплив строків сівби гібридів кукурудзи на стійкість проти хвороб та шкідників. Хранение и переработка зерна. 2012. №6. С. 22-24.
7. Коковіхін С. В., Михаленко І. В., Лавриненко Ю. О., Писаренко П. В. Використання результатів статистичної обробки експериментальних даних в прогнозуванні економічної ефективності виробництва кукурудзи при зрошенні. *Таврійський науковий вісник*. 2007. Вип. 48. С. 282–291.
8. Чернявський Д. О. Потенціал використання кукурудзи в якості біопалива. *Вісник СНТ ННІ бізнесу і менеджменту ХНТУСГ*. 2019. Вип. 2. С. 164-167.
9. Рослинництво: лабораторно-практичні заняття. [Алімов Д. М., Білоножко М. А., Бобро М. А. та ін]. Київ: Урожай, 2001. 392 с.
10. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво: підручник. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.

11. Белов Я. В. Удосконалення технології вирощування гібридів кукурудзи в умовах Південного Степу України: дис. ... канд. с.-г. н.: 06.01.09 / Миколаївський національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Миколаїв, 2020.
12. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Агроекономічна оцінка технології вирощування гібридів кукурудзи в умовах зрошення півдня України. Зрошуване землеробство. Херсон, 2019. Вип. 71. С. 154-157
13. Димов О. М. Система удобрення кукурудзи, яка забезпечує одержання біологічно повноцінного врожаю в умовах зрошення півдня України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Харків, 1995. 18 с.
14. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство. Кишинев: Штиинца, 1990. 432 с.
15. Інтенсифікація технологій вирощування кукурудзи на зерно гарантія стабілізації урожайності на рівні 90-100 ц/га (практичні рекомендації). *Державна установа Інститут сільського господарства степової зони Дніпропетровськ*, 2012. 89 с.
16. Методичні вказівки для виконання практичних і самостійних робіт з „Рослинництва” / Уманський НУС: Редакційно-видавничий відділ, 2019. 16 с.
URL: https://crops.udau.edu.ua/assets/files/roslini-plodo/modul_3_6.pdf
17. Остапов В. І. Науково обґрунтована система зрошуваного землеробства. Київ: Урожай, 1987. 192 с.
18. Ківер Ст. Ф. Енергозберігаюча технологія вирощування кукурудзи на зрошуваних землях. Київ: Врожай, 1988. 115 с.
19. Рослинництво. [Лихочвор В. В. та ін.]. Львів: Українські технології, 2010. 108 с.
20. Шелестов Ю. В. Рослинництво з основами селекції і насінництва. Київ: Вища школа, 1982. 368 с.
21. Філіп'єв І. Д., Лисогоров К. С. Продуктивність мінеральних добрив в умовах зрошення півдня України. Вісник сільськогосподарської науки. Київ, 1980. № 9. С. 13-16.

22. Хромяк В. М. Оптимізація гібридного складу кукурудзи в умовах східної частини Степу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук. Харків, 2005. 18 с.
23. Лавриненко Ю. А., Нетребя А. А., Польской В. Я. Стан, напрями та перспективи розвитку селекції кукурудзи в зрошуваних умовах півдня України. Зрошуване землеробство. 2010. № 54. С. 15–27.
24. Коваленко О., Ковбель А. Елементи живлення та стреси польових культур. Пропозиція. 2013. № 5 (215). С.78–79
25. Коковіхін С. В., Михаленко І. В., Лавриненко Ю. О., Писаренко П. В. Використання результатів статистичної обробки експериментальних даних в прогнозуванні економічної ефективності виробництва кукурудзи при зрошенні. Таврійський науковий вісник. 2007. Вип. 48. С. 282–291.
26. Вожегова Р. А., Димов О. М., Грановська Л. М. Нормативи витрат матеріально-технічних ресурсів при вирощуванні основних сільськогосподарських культур: науково-методичне видання. Херсон: Грінь, 2014. 64 с.
27. Влащук А. М., Кляуз М. А., Колпакова О. С. Формування урожайності нових гібридів кукурудзи в умовах зміни клімату. Підвищення ефективності функціонування сільського господарства в умовах зміни клімату: наук.-практ. інтернет-конф. Херсон, 2016. С. 31–33.
28. Коковіхін С. В., Урсал В. В., Пілярська О. О. Вплив умов зволоження, фону мінерального живлення та густоти стояння рослин на насіннєву продуктивність кукурудзи в умовах Півдня України. Таврійський науковий вісник, №82. 2022. С. 55-60.
29. Князюк О. В. Вплив агроекологічних факторів і технологічних прийомів на ріст, розвиток і формування продуктивності кукурудзи. Вісник Білоцерківського державного аграрного університету. Біла Церква, 2004. Вип. № 30. С. 59–65
30. Економіка для кукурудзи: курс на рентабельність і нові підходи до вирощування. GrowHow.in.ua. URL: <https://www.growhow.in.ua/ekonomika->

звернення 13.11.2024)

31. Пащенко Ю. М. Агрокліматичний потенціал зони Степу, добір гібридів і оптимізація їх структури за групами стиглості. Бюлетень Інституту зернового господарства. 2007. № 30. С. 44–51.
32. Барабаш М. Б., Корж Т. В., Татарчук О. Г. Дослідження змін та коливань опадів на рубежі XX і XXI ст. в умовах потепління глобального клімату. Наук. праці УкрНДГМІ. Київ, 2004. Вип. 253. С. 92–103.
33. Дідух Я. Е. Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дії. Вісник Національної академії аграрних наук. 2009. № 2. С. 34–44.
34. Врублевська О. О., Катеруша Г. Л., Гончарова Л. Д. Кліматологія. Підручник. Одеса: Екологія, 2013. 344 с.
35. Мищенко З. А., Кирнасовская Н. В. Региональная агроклиматическая оценка продуктивности подсолнечника на основе моделирования в Украине. *Міжвід. наук. зб. України. Метеорологія, кліматологія та гідрологія*. Одеса, 2002. Вип. 46. С. 179-189.
36. Мищенко З. А., Кирнасовская Н. В. Агроклиматические ресурсы Украины и урожай. [монографія] Одеса: Екологія, 2011. 296 с.
37. Божко Л. Ю., Барсукова О. А. Агрометеорологічні прогнози. Практикум: навчальний посібник. Одеса, 2011. 229 с.
38. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України Київ: Аграрна наука, 2009. 624 с.