

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.10 – МР. 1642 «С» 2021.10.07 09 ПЗ

КОРОБА ВЛАДИСЛАВА ВОЛОДИМИРОВИЧА

2021 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК: 631.527.5:633.15.003.13

ПОГОДЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Декан агробиологічного факультету

Завідувач кафедри агрохімії та
якості продукції рослинництва ім.

О.І. Душечкіна

(назва кафедри)

О.Л.Тонха

А.В. Бикін

(підпис) (ПІБ) (підпис) (ПІБ)
« » 2021 р. « » 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: «Продуктивність гібридної кукурудзи за диференційного внесення
азотних добрив»

Спеціальність 201 Агрономія

Освітня програма Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві

Магістерська програма Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві

Керівник магістерської роботи

доктор с-г н., професор,

член - кореспондент НААН України

Виконав

Бикін А.В.

Короб В.В.

КИЇВ - 2021

АНОТАЦІЯ

Тема магістерської роботи: «Продуктивність гібридної кукурудзи за диференційного внесення азотних добрив». Викладена у 68 сторінках друкованого тексту, має 18 таблиць, 2 рисунки та 66 літературних джерела.

У випускній магістерській роботі викладено результати досліджень із визначення впливу рівня ґрунтової неоднорідності та диференційного кореневого підживлення азотними добривами на продуктивність гібридної кукурудзи гібриду ДКС 3050 фірми «Deralb».

Дослідженнями встановлено, що рівень ґрунтової неоднорідності суттєво впливає на продуктивність кукурудзи. Так за низького рівня забезпеченості азотом без внесення добрив ми отримали біологічну врожайність – 9,83 т/га, а на високому рівні урожайність становила – 11,1 т/га, приріст врожаю у 1,31 т/га

великий показник. Також при внесенні КАС-32 у різних нормах ми отримали ще більші показники приросту. Наприклад, при внесенні КАС-32 (150 кг/га) приріст врожаю між низькою та високою забезпеченістю ґрунту становив 2,85 т/га. А при внесенні КАС-32 (250 кг/га) цей показник піднявся до 3,02 т/га.

Тому можна сміливо сказати, що диференційне внесення азотних добрив у підживлення є вигідним економічно та дає великі прирости врожаю.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: диференційоване, кукурудза, азотне, КАС-32, живлення, вирощування.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1. Біологічні особливості кукурудзи	8
1.2. Способи використання кукурудзи на зерно в народному господарстві	20
1.3. Особливості мінерального живлення на удобрення кукурудзи на зерно ..	24
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	34
2.1. Ґрунтові умови проведення досліджень	34
2.2. Погодньо-кліматичні умови проведення досліджень	36
2.3. Технологічні умови проведення дослідження	38
2.4. Методика проведення досліджень	40
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	43
3.1. Вплив диференційного внесення азотних добрив на окремі показники ґрунту	43
3.3. Урожайність та структура врожаю кукурудзи на зерно за диференційованого підживлення азотними добривами в різних зонах поля ..	52
3.4. Вплив диференційного підживлення азотом на показники якості зерна кукурудзи	57
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ВНЕСЕННЯ АЗОТУ У ПІДЖИВЛЕННЯ КУКУРУДЗИ	60
ВИСНОВОК	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	65

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Кукурудза – одна із основних культур сучасного світового землеробства. Ця культура різного виду застосування і високої врожайності. На продовольчі цілі у всьому світі використовують близько 20% всього зерна кукурудзи, на технічні цілі – 15-20% і приблизно 60% на корм[1].

В зерні кукурудзи знаходиться вуглеводи у кількості (65-70%), білок(9-12%), жир (4-8%), мінеральні солі та вітаміни. Із зерна кукурудзи отримують муку, крупу, хлоп'я, консерви, крохмаль, етиловий спирт, аскорбінову та глютамінову кислоти. Із стебла, початків та листків виробляють папір, лінолеум, віскозу, активоване вугілля, пластмасу[2].

Зерно кукурудзи – добрий корм. В 1 кг зерна кукурудзи міститься 1,34 кормові одиниці та приблизно 78 грамів перетравного протеїну, часто її використовують як значний компонент комбікормів. Але в протеїні зерна кукурудзи міститься мало амінокислот таких, як триптофаном та лізин, і навпаки багато на таких амінокислот як зеїн[3].

Цю культуру також використовують на зелений корм, який багатий на каротин. В корм також входять і залишені після збирання сухі листки, стебла та стержні початків. В 100 кг кукурудзяної соломки міститься 37 кормових одиниць, а в такій самій кількості перебитих стержнів – 35 кормових одиниць. Як просапна культура кукурудза – добрий попередник в сівознах, із рештою зернових майже не має спільних шкідників та хвороб. При вирощуванні на зерно є добрим попередником для зернових колосових, а при вирощуванні на зелений корм – чудова парозаймальна культура[3].

Точне землеробство – це комплексна високотехнічна система сільськогосподарського менеджменту, що включає в себе технології глобального позиціонування (GPS), географічні інформаційні системи ГіС, технологій оцінки врожайності, технології змінного нормування, технології

дистанційного зондування землі. Точне землеробство може застосовуватись для поліпшення стану полів і агроменеджменту, за кількома напрямками.

1. агрономічний – з урахуванням реальних потреб у добривах удосконалюється агровиробництво;
2. технічний – поліпшення планування сільськогосподарських операцій;
3. екологічний – скорочується негативний вплив сільськогосподарського виробництва на навколишнє середовище;
4. економічний – зростання продуктивності та скорочення витрат підвищують ефективність агробізнесу;[4]

Точне землеробство ґрунтується на ґрунтовій неоднорідності в межах одного поля. Стратифікація ґрунтового покриву обумовлює різний вміст поживних речовин, реакції ґрунтового розчину, гумусу, вмісту вологи та гранулометричного складу. Відповідно, це сильно впливає на урожайність культур. Відмінність ґрунтових характеристик потребує застосування різних технологічних заходів: доз добрив, норм висіву, засобів захисту рослин. Врахування ґрунтової неоднорідності поля дозволяє нам у процесі виробництва оптимізувати витрати та підвищити врожайність[5].

Одним із елементів точного землеробства є диференційне застосування ресурсів. Основною метою диференційного внесення є не економія ресурсів, а досягнення як найкращого економічного ефекту із кожної ділянки поля.

Диференційне внесення добрив – це інструмент реалізації даних аналізів ґрунту або рослин завдяки індивідуальному підходу до живлення культур на кожній ділянці поля. Як і будь-який інструмент, він потребує певних налаштувань для коректної роботи наприклад, якщо неоднорідність урожайності на полі досить висока, то впровадження диференційного внесення добрив – потрібне.

Стратифікація можна оцінити за картами врожайності або супутникового моніторингу протягом періоду вегетації культур. Також для цього застосовують індекси NDVI або RGB – зображення[6].

Українське Полісся є досить специфічним по своєму складу та історією формування структури ґрунтового покриву. Сучасний стан неоднорідності ґрунтового покриву має природно – історичні причини, викликані масштабними геологічними процесами. Рельєф і геологічна основа визначили напрямок еволюції ґрунтового покриву України. В межах Українського Полісся на перше місце виступає мікрорельєф і літологічний чинник, які діють у сукупності на склад і будова гранулометричного складу та на умови зволоження. Тип змін структур ґрунтового покриву, у складі якого домінують складні, у різній мірі контрастні мікрокомбінації біокліматичного походження. Закономірно чергуються у просторі. Вони утворюють зональні типи структур ґрунтового покриву, кожна з яких притаманна конкретній біокліматичній зоні та під зоні[7].

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біологічні особливості кукурудзи

Кукурудза це однодольна рослина із родини Тонконогові.

Коренева система цієї рослини дуже розвинена, багатоярусна, мичкувата. Основна маса коренів розміщується у орному шарі ґрунту, але окремі корені можуть проникати на глибину до 200-220 см. Зерно кукурудзи проростає одним коренем, який дуже швидко розвивається та заглиблюється. Через 2 – 3 дні після проростання бічні корені, які разом із первинним коренем формують первинний ярус коренів. Другий ярус коренів розвивається із келеоптильного вузла, а третій із вузлів справжнього стебла[8].

Вторинні корені кукурудзи сильно розростаються у боки і вже приблизно через 30 – 40 днів після появи сходів зникають в міжряддях. Окрім, первинних і вторинних коренів, які розвиваються із підземних вузлів, ще можуть формувати надземні, повітряні та опорні корені, які в свою чергу проникають в ґрунт і підвищують стійкість рослин до вилягання із-за їх надмірної висоти. У кукурудзи відрізняють 5 типів коренів: зародковий, бокові, епикотильні, вузлові і опорні[9].

Стебло кукурудзи – груба соломка, заповнена рихлою серцевиною. Висота його може коливатися в дуже великих межах від 50 - 60 см у ранньостиглих гібридів до 3 – 4 метрів у середньо та пізньостиглих гібридів.

Ріст стебла продовжується до самого цвітіння чоловічих суцвіть. Листки зверху опущені і розташовані у шаховому порядку по обох сторонах стебла, лінійні, та паралельні. Кількість листків на стеблі у різних гібридів може також відрізнятися. Чим більше листків, тим довшим буде період вегетації. Тривалість вегетаційного періоду може коливатися від 60 – 70 днів до 10 – 11 місяців (в тропічних районах світу). Кількість листків на стеблі мало залежить від умов культури і є більш характерним признаком гібриду. Листки кукурудзи, як і в інших злакових культурах складаються із листкової пластинки, піхви і язичка.

Кукурудза від інших зернових злакових відрізняється роздільним розміщенням суцвіть на стеблі. [10]

Чоловіче суцвіття – волоть складається із центрального стержня і деяких (від 3 – 5 до 15) бокових гілочок. Колоски волоті двох квіткові. Розміщуються вони попарно: на центральній осі із всіх сторін, а на гілочках волоті – в два ряди [11].

Жіноче суцвіття – початок, яке розвивається у пазухах листків. Зачатки присутні у всіх пазухах листків, окрім 3 – 5 верхніх, але повноцінного досягання та розвитку, як правило отримують 1 – 2 початки і дуже рідко більше, а якщо більше то вони неоднорідними та невиконаними. У кукурудзі, що лопається на окремих рослинах (разом із пасинками) буває до 12 початків. Із підземних і нижніх надземних вузлів розвиваються пасинки, які часто закінчуються двох статеве суцвіттям (початок із волоттю) [12].

Початок – це колос із дуже щільним стержнем і багатьма парними рядами колосків. Нижка початку це видозмінений бічний пагінь із дуже укороченим міжвузлям і часто розміщеними листками, які і створюють обгортку. По своєму будові початок є гомологом волоті. Коли у кукурудзі суцвіття були двох статей, диференціація їх на батьківські та материнські суцвіття виникла в процесі окультурення рослин. Ще досі зустрічаються рослини, в волоті яких розвиваються жіночі початки і зав'язується зерно. Двох статей суцвіття в більшості випадків виникають на пасинках. У кукурудзі всі колоски двох квіткові, попарно розміщені на суцвітті. Квіточка чоловічого колоска складається із трьох тичинок, двох лодикул і рудиментарної маточки. В квітці жіночого колоска розвивається маточка із подовженим стовпчиком, дві лодикули; тичинки залишаються у вигляді рудиментів [13].

На ранніх етапах розвитку будова жіночого та чоловічого колоска однакова. По мірі настання фізіологічної стиглості різниця збільшується в чоловічих колосках розвиваються обидві квіточки, а в жіночих тільки верхня, а

нижня атрофується. Кількість рядів зерен буває різним від 8⁰⁻²⁶, але їх може бути тільки парна кількість. Дозрівання чоловічих та жіночих квіточок на кожній рослині відбувається не рівномірно. Як правило, у кукурудзи є така особливість як протандрія (більш раніше дозрівання чоловічих квіточок), але і для окремих гібридів характерна і протогінія[14].

Цвітіння чоловічих квіточок зазвичай настає на 2-3 дні раніше, ніж жіночих. При сухій та жаркій погоді, а також при низькому рівні агротехніки, відсталість в цвітінні може бути більша. При ще більш несприятливих умовах вегетації початки взагалі не розвиваються. Це пояснюється недостатньою кількістю вологи та елементів живлення для нормального розвитку бічних пагонів (початків). Розвиток волоті не так залежить від цих умов. Волоть, являється продовженням стебла, розвивається при любых умовах, змінюється тільки її величина. На кожній нормально розвинутій волоті формується від 750 – 1200 колосків. Одна волоть може дати приблизно 15 – 20 млн. пилоквих зерен. Цвітіння волоті розпочинається через 2-3 дні після виходу із пазухи верхнього листка. В жарку та суху погоду пилок дозріває раніше, в прохолодну погоду трохи пізніше. Маточка кукурудзи має дуже довгий стовпчик, який виходить із листків обгортки у вигляді ниточок[15].

Кукурудза перехреснозапильна рослина. Запилення відбувається за допомогою вітру. В звичайних умовах самозапилення не перевищує 5 – 10%. Пилок кукурудзи через 6 – 10 годин після досягання втрачає свою життєздатність, а якщо засуха то через 1 – 2 години. Життєздатність стовпчиків дуже велика, відмирають вони аж через 2 – 3 тижні. Пилок може проростати не тільки на рильці, але і по всій довжині стовпчика, це допомагає запиленню, після чого стовпчик швидко засихає[16].

Пилок, який попав на рильце або на іншу частину стовпчика, має здатність швидше проростати. Уже через 2 – 4 години пилова трубка із двома сперміями проникає у тканини стовпчика і проходить до зародкового мішка. Один спермій пилкового зерна зливається із яйцеклітиною, із якої потім

розвивається зародок, а інший спермій із центральною клітиною зародкового мішка і дає начало розвитку ендосперму. Клітини зародка та ендосперму мають неоднакову кількість набору хромосом, у зародка подвійний ($2n=20$), а у клітині ендосперму потрійний ($20+10$)[17].

Зернівка кукурудзи, як і в інших злакових культур, складається із зародка, ендосперми і оболонки. На долю ендосперма приходить 80 – 86% маси зернівки, зародок 8 – 12% і оболонка 6 – 8%. Зародок кукурудзи містить до 30-40% жиру і при відокремленні їх від ендосперма використовується для отримання масла. Оболонка зернівки складається із перикарпом і насінневою. Перикарпа має різне забарвлення (жовте, біле, червоне, фіолетове). Різне забарвлення у різних гібридів має також і алеїроновий шар (жовтий, білий, червоний)[18].

Ендосперм зернівки різних груп і гібридів кукурудзи має неоднорідну консистенцію (муко видну, роговидну, воскоподібну) і різне забарвлення (жовте, світло-жовте, біле). Консистенцію і форма зерна покладена в основу розподілу кукурудзи на підвиди[19].

Існує 9 підвидів кукурудзи, такі як:

1.Зубовидна кукурудза. Зерно крупне, продовгугвате із виїмкою на верхівці. Вміст білка 8 – 13,5%, крохмалю 68 – 75,7%. Рослини здорові, початки крупні. Цей підвид широко поширений і найбільш краще підходить для комів.

Гібриди цього підвиду більш пізньостиглі[20].

2.Кремениста кукурудза. Зерно цього підвиду може бути крупним і малим, має округлу форму, зовні гладке із вмістом білка 7,7 – 18%, крохмалю 65 – 83%. Гібриди цього підвиду ранньостиглі із малими початками.

Кремениста кукурудза має як продовольче так і кормове значення. Підвиди такої кукурудзи мають підвищену холодостійкість[20].

3. Крохмалиста кукурудза. Зерно крупне, гладке, округлої форми, кількість білка 6,9 – 12,1%, крохмалю 71,5 – 82,6%. Зерно цього підвиду легко розмелюється і дає білосніжну муку високої якості. Використовується в крохмально – паточній, спиртовій промисловості[20].

4. Цукрова кукурудза. Зерно може бути крупним і середньо-крупним, має овальну форму, поверхність зернівки шуплувата. Кількість білка близько 18 – 20%, вуглеводів до 64%, із них половина приходить на декстрину, вміст жиру 8 – 9%. До цього підвиду відносяться овочеві ранньостиглі гібриди, які використовуються у консервації[20].

5. Розлусна кукурудза. Зерно мале, із загостреною або заокругленою вертушкою. Вміст білка 10 – 16%, крохмалю 62 – 72%. Використовується для виготовлення круп[20].

6. Напівзубовидна кукурудза. Від зубовидної кукурудзи відрізняється лише менш вираженим вдавненням на верхівці, та краще розвиненим роговидним ендоспермом[20].

7. Восковидна кукурудза. Зерно по формі та твердості схоже із кременистою кукурудзою. Із зовні восковидне, а в середині – мучнисте. Відзначається підвищеним вмістом декстрину, а от по кількості білків та жирів нічим не відрізняється від інших підвидів[20].

8. Крохмалисто – цукрова кукурудза. Зернівка мучниста, як у крохмалистої, а верхня частина зморщена, як у цукрової кукурудзи.

9. Плівчаста кукурудза. Такий підвид кукурудзи не вирощується, має сильно розвинені колосові чешуйки[20].

Гібриди кукурудзи розрізняють за групами стиглості та за показниками числа ФАО. Модель систематизації даних по скоростиглості кукурудзи розроблена і впроваджена в життя організацією з питань продовольства та сільського господарства[21].

За показниками ФАО розрізняють 7 груп стиглості кукурудзи.

1. 100 – 149 – дуже ранньостиглі гібриди (необхідна сума активних температур – 2100°C, сума ефективних температур 850 – 900°C, 12 – 14 листків, вегетаційний період – 80 – 90 днів)[21].

2. 150 – 199 – ранньостиглі гібриди (необхідна сума активних температур – 2200°C, сума ефективних температур 900 – 1000°C, у культури 12 – 14 листків – 90 – 100 днів).

3. 200 – 299 – середньоранні гібриди (необхідна сума активних температур – 2400°C, сума ефективних температур 1100°C, у культури 14 – 16 листків – 100-115 днів).

4. 300 – 399 – середньостиглі гібриди (необхідна сума активних температур – 2600°C, сума ефективних температур 1150°C, у культури 17-18 листків, вегетаційний період – 115 – 120 днів).

5. 400 – 499 – середньопізні гібриди (необхідна сума активних температур – 2800°C, сума ефективних температур 1200°C, у культури 19-20 листків, вегетаційний період 120 – 130 днів)[22].

6. 500 – 600 – пізньостиглі гібриди (необхідна сума активних температур 2900 – 3000°C, сума ефективних температур 1250 – 1300°C, у культури 21-23 листка, вегетаційний період – 135 – 140 днів).

7. понад 600 – дуже пізньостиглі гібриди (необхідна сума активних температур – від 3000°C, сума ефективних температур більше 1350°C, у культури більше 23 листки, вегетаційний період – більше 150 днів)[22].

В останні десятиріччя відбулися значні зміни в умовах ведення зрошувального землеробства в Україні, спостерігаються тенденції до аридитації клімату; змінилися організаційні умови господарства; у виробництві застосовують нові високопродуктивні гібриди культури, що викликає необхідність переглянути підходи до планування технології зрошувального

землеробства в Україні з урахуванням всього комплексу технологічних та агробіологічних вимог[23].

Кукурудза дуже чутлива до вологи, тепла, елементів живлення та світла(табл.1.1). Від стиглості гібридів кукурудзи суттєво різняться за тривалістю вегетаційного періоду, а тому і за потребою до факторів життєдіяльності. Період вегетації може змінюватися від 95 – 155 днів, сума активних температур – від 1800 -3000 С°[24].

Середньостиглі гібриди (ФАО 300 – 400) найбільш поширені в степовій зоні за рахунок досить високої потенційної продуктивності, порівняно короткого вегетаційного періоду та високої рентабельності насадництва. Середньоранні гібриди з ФАО 220 – 300 мають високий попит в останні роки, що пояснюється економічним станом виробництва, яке вимагає застосування енергозберігальних технологій, мінімізації витрат на досушування, збирання з прямим обмолотом зерна[25].

Потенційна урожайність цієї групи нижча від попередніх, але в умовах виробництва, коли порушуються регламенти режиму зрошення та системи удобрення, такі гібриди, як Олешківський, Скадовський, Чорномор, за більш високої гомеостатичності та меншого споживання води, поживних речовин можуть досягати 12 т/га[24].

Ранньостигла група (ФАО 150 – 210) при зрошенні не сильно поширена. Це пояснюється різким падінням урожайності гібридів (більше 1 т/га) порівняно із середньоранніми. Основні позитивні якості ранньостиглих гібридів зосереджені на холодостійкості та короткому періоду вегетації. Ранньостиглі гібриди можна використовувати як попередник під озимі культури, в поукісних посівах на зерно, а також при вимушеному запізненні із посівом[25].

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 1.1

Температурний режим гібридів протягом вегетації

Група стиглості гібридів	Кількість листків, шт	Веgetаційний період, дні	Сума активно – біологічних температур, С°	Сума ефективних температур, С°	ФАО
Ранньостиглі	14-15	90-100	2200	900-1000	100-200
Середньоранні	15-16	105-115	2400	1100	201-300
Середньостиглі	17-18	115-120	2600	1150	301-400
Середньопізні	18-19	120-130	2800	1200	401-500
Пізнєостиглі	19-20	135-140	2900-3000	1250-1300	501-600

Кукурудзі потрібно багато води для росту та розвитку. Вважається, що одна рослина потребує за вегетаційний період приблизно до 200 л води. При густоті стояння рослин 60 тисяч рослин на 1 га усі рослини споживають близько 12 млн л води, тобто 120 л на 1 м², або 1200 мм опадів. Але при багатьох дослідженнях було встановлено, що для сівби кукурудзи досить 200 мм опадів, інша частина потреби у воді покривається за рахунок ґрунтових запасів вологи і зволоженості повітря. У всі періоди свого розвитку та росту кукурудза різно реагує на нестачу вологи в ґрунті [25].

За даними вчених Інституту зрошуваного землеробства НААН України, середньодобове випаровування кукурудзи значно виростає в період фази утворення 15 – 16 листків і в фазу цвітіння досягає 75 – 100 м³/га, а від цвітіння до утворення зерна 60 – 70 м³/га. З настанням наступних фаз випаровування зменшується. Режим зрошення кукурудзи в основному складається з комплексу освіжальних та вегетаційних поливів [26].

Проведення ранньосніжного волого зарядного поливу під кукурудзу має малий ефект, оскільки у степовому регіоні за осінньо – зимовий період випадає 150 –

200 мм опадів, які забезпечують акумуляцію достатньої кількості вологи у активному шарі. Якщо в цей період випаде менше 90 – 100 мм опадів, доцільно запропонувати та провести весною передпосівний полив із розрахунком 300 – 500 м³/га для зволоження до найменшої вологоємності 0,6 – 0,7 м шару ґрунту.

Оптимальна перед поливна вологість ґрунту залежно від фізичних властивостей становить: на важких суглинках 75 – 80% НВ, на середніх суглинках 70 – 75% НВ, на легких суглинках 50 – 65% НВ [26].

При використанні водозберігального режиму зрошення наведену перед поливну вологість ґрунту слід підтримувати тільки в критичний період розвитку рослин, який починається за 10 днів до викидання вологи та закінчується близько за 20 днів після цвітіння. У ті роки коли погода була прохолодною, були часті атмосферні опади та високою вологістю повітря навіть у критичний період розвитку рослин поливи можна призначати при вологості на 5 – 10% НВ нижче оптимальної для даного типу ґрунтів, а в посушливі роки, при вологості ґрунту на 5 – 10% НВ вище за оптимальну [27].

Кукурудза дуже чутлива до низької вологості повітря під час запліднення рослин. Якщо в цей період спостерігається повітряна посуха, необхідно застосовувати освіжаючі поливи із нормою 50 – 100 м³/га. Такі поливи запобігають утворенню череззерниці у качанах і підвищують урожайність зерна на 1,5 – 1,7 т/га. Припиняти поливи треба до фази воскової стиглості зерна.

Основними агротехнічними параметрами дощувальних машин, що впливають на екологічну безпеку зрошення, є: інтенсивність і середній діаметр крапель дощу, рівномірність поливу, питома потужність дощу, які для сучасних вітчизняних і іноземних багато опорних дощувальних машин.

Сучасні технології вирощування кукурудзи передбачають різні способи штучного зрошення: крапельне, дощування, по борознам. Але науково доведено ефективність мікродощування, яке значною мірою відповідає агроекологічним потребам кукурудзи, оскільки зволожує не тільки ґрунт, а також створює сприятливий мікроклімат у приземному шарі повітря та

попереджає негативний прояв термічного стресу. Комбіноване застосування різних способів поливу (мікродошування та підгрунтового) дозволяє збільшити рівень врожайності зерна на 15 – 20% за зменшенням витрат зрошувальної води

на 30%. Для оптимізації збиральних робіт на поливних землях, де є відкрита зрошувальна мережа, треба своєчасно закрити й якісно зарівняти тимчасові зрошувачі.

Для цього використовують канавокопачі – вирівнювачі, трактори плуги, шляхові грейдери. Тривалість збирання не повинна перевищувати 15 днів, інакше різко зростають втрати продукції. Якщо збирання затрималося на

10 днів втрати становлять 12 – 13%, якщо на 15 днів то вони становитимуть 20 і

більше % [28].

Технологія дуалістичного симбіозу рослин кукурудзи та мікоризи дають змогу істотно підвищити рентабельність вирощування кукурудзи.

Саме явище дуалістичного симбіозу рослин та корисних грибів відоме вже досить давно. Здатність перших виділяти цукри та інші корисні речовини приваблює так звані симбіотичні мікоризиутворюючі гриби, які, в свою чергу, усі своїми силами сприяють інтенсивному розвитку рослин господарів.

Відносно нещодавно цю корисну властивість окремих грибів було поставлено на промислову основу. Це стосується застосування мікоризи у сучасних технологіях вирощування кукурудзи [29].

Вони наближаються до кореня своїми гіфами і обплітають його грибницею, інколи дуже глибоко проникають у нього спеціальними виростами

або наростами. Сенс такого вживання у тому, щоб утворити більш щільне зрошення гіфів із коренем із метою швидкого обміну поживними речовинами. І рослини не проти такого входження в їх фізіологію, вони

спеціальні механізми, які відповідають за пошук грибів – симбіонтів і створення з ними мікоризи. Оселившись на рослині, мікориза починає активно

розмножуватися на кореневій системі і розповсюджується в ґрунті поблизу неї.

Це виявляється у вигляді значної кількості абсорбуючих щиток, корті сприяють інтенсифікації споживання рослиною поживних речовин та вологи. Їхньою

перевагою є дуже маленький діаметр. На відміну від корневих волосків кукурудзи, вони мають абсолютну проникну здатність і можуть витягувати поживу із найменших частинок ґрунту. В одному його кубічному сантиметрі

може оселитися у середньому 30 м мікоризних ниточок. Завдяки цьому через посередництво симбіотичних грибів культурні рослини отримують з ґрунту

недоступні раніше елементи живлення та мікроскопічні дози вологи. Це стосується у тому числі і такого проблематичного мікроелементу як фосфор. Це

практично не рухомий у ґрунті елемент, точніше його іон PO_4 , перебуваючи зазвичай у зоні розвитку кореневої системи посівів у достатній кількості,

зазвичай недоступний для неї. Проблематичність засвоєння фосфору коренями рослин полягає у двох моментах. Перший – у його неприйнятній для

інтенсивного землеробства дуже низькій рухомості. Другий – у неможливості посівів засвоювати фосфор за температури ґрунту нижче $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. За нинішніх

ґрунтово-кліматичних умов, а саме миттєвого переходу від зими до літа. Саме від достатньої забезпеченості рослин цим елементом живлення залежить

інтенсивність розвитку кореневої системи, отже, і їхня майбутня стресостійкість. Кукурудза та її здатність із мінімальними втратами пройти

посушливий період у травні – червні, або який більш всього настає у липні – серпні, в критично важливі для вегетації фази розвитку [30].

Аналогічним чином мікориза сприяє засвоєнню рослинами кукурудзи таких важливих для цієї культури елементів живлення, як мідь та цинк, а також

кальцій та залізо. Своєчасна достатня подача цих речовин до рослини істотно впливає на їх стресостійкість під час вегетації та формування фінальної

урожайності культури [30].

Натомість застосування мікоризи дозволяє його добути звідти, і запустити такий архіважливий для розвитку кукурудзи процес, як розвиток

погужної кореневої системи. Гіфи гриба поширюються на великі відстані від коренів, і по них фосфор надходить у корені з відстані 20 – 30 і навіть 80 мм.

Також гриби-мікоризоутворювачі сприяють поглинанню цього елемента живлення коренями рослин із важкорозчинних фосфатів[31].

Мікориза позитивно позначається на протистоянні посівів кукурудзи тим самим стресоутворювальним факторам. Нестача вологи, яка частково компенсується завдяки вже описуваній мережі тоненьких абсорбувальних ниточок, які витискають із ґрунту всю можливу воду, а також можуть проникати у нижні шари ґрунту, передаючи воду рослинам. Симбіотичні гриби пом'якшують негативний ефект від впливу таких чинників як засоленість ґрунту, його підвищена кислотність, фітотоксичні стреси. Забезпечені необхідними елементами живлення рослини із потужною кореневою системою завжди матимуть більше шансів протистояти стресам[31].

Це безпосередньо стосується і ще одної важливої функції мікоризи - захист рослин від хвороб. Діставшись до рослини - господаря, симбіотичний гриб не потерпить жодних інших конкурентів і усіма способами буде захищати рослину від них. Це проявляється в перешкоджанні зараженню коренів рослин шкодо чинними паразитичними грибами і бактеріями, а також у впливі мікоризи на склад ризосферних організмів. Сплетення гіф на коренях рослин утворює своєрідний захищений бар'єр, непроникний для інфекцій. Окрім цього, мікоризні гриби не гребують застосуванням летального озброєння, виділяючи в навколишнє середовище антибіотики, смертельні для шкодо чинних організмів.

Разом із тим, вони конкурують за споживання вуглеводнів, позбавляють паразитів сенсу добиватися до кореневої системи кукурудзи. Застосування мікоризних симбіотичних грибів може практикуватися не лише на кукурудзі. На передпосівну обробку насіння мікоризою позитивно реагують багато поширених сільськогосподарських культур, починаючи із кукурудзи та сої та закінчуючи овочевими. При цьому можна говорити про зафіксовані прибавки до врожаю. У кукурудзі цей показник може становити від 40⁰ - 50%, а у сої від 15 - 30% за правильного застосування мікоризи[32].

Отже, зробимо висновок, що рання колонізація кореневої системи рослин кукурудзи мікоризою, є важливим агрозаходом для оптимізації умов живлення та майбутнього зменшення доз добрив, завдяки кращому засвоєнню елементів із ґрунту. Коренева система рослин кукурудзи, яка була колонізована грибами мікоризи, за рахунок глибшого проникання гіфів грибів та підтягування вологи із нижніх горизонтів – краще переносить засуху. Мікориза позитивно впливає на зменшення захворювання кореневої системи рослин[32].

1.2. Способи використання кукурудзи на зерно в народному господарстві

Частка природного газу в Україні є досить високою (44%), що майже в два рази вище, ніж у Європейському Союзі. А також частка відновлювальних джерел енергії в Україні становить близько 1,5%, що приблизно у 5 разів нижче, ніж у ЄС[33].

У 2010 році вся біоенергетика забезпечувала 1,1 млрд м³ газу на рік, а у 2014 році це число зросло до 3 млрд м³. Якщо зростання відбуватиметься такими темпами, то у 2021 році Україна може отримувати 5,4 млрд м³ газу на рік. З кінця 2014 по початок 2018 року потужності біогазових установок, що генерують електроенергію за «зеленим» тарифом, зросли майже в 3 рази: з 15 до 39 МВт. Особливо високі темпи ця галузь набрала у 2017 році. Крім того, тільки за січень 2018 року за «зеленим» тарифом додатково запрацювали 4,8 МВт біогазових комплексів[33].

Незважаючи на нинішній наднизький рівень розвитку відновлювальної енергетики, в Україні є потенціал до майбутнього розвитку цієї галузі.

Більшість біогазових комплексів як базову сировину для виробництва використовують гнойові відходи тваринництва, хоча і останнім часом почали розвиватися проекти виробництва біогазу із відходів цукрової промисловості. В Україні існує досвід використання спеціально вирощеної рослинної сировини (силосу сорго) для виробництва шляхом сумісного метанового бродіння із пташиними поєлдом, а також силосу кукурудзи[34].

Є багато субстратів рослинного походження, які можуть бути ефективно використані для виробництва такі як: кукурудза, цукрове сорго, цукровий буряк, бобові та злакові трави). Енергетичні культури мають вищий вихід метану, ніж відходи тваринництва. Вагомий вплив на потенціал урожайності біомаси та виходу із неї біогазу мають не тільки генетичні характеристики рослин, а й технології їх вирощування. Час збирання врожаю та фаза повного дозрівання культури відіграють дуже важливу роль у формуванні якості силосу та максимальній кількості на виході із нього метану. Деякі субстрати зброджуються повільно, бо молекулярна структура їх біомаси погано доступна для мікроорганізмів і їх ферментів, через їхню високу кристалічну структуру або через малу площу поверхні [34].

Для збереження рослин їх силосують у буртах, а для зниження втрат органічної речовини їх пресують, додаючи спеціальні ферментні препарати та накривають плівкою. За тривалого часу зберігання відбувається втрата невеликої частини органічної речовини. Але, як результат ферментної дії, збільшується частка низькомолекулярних органічних сполук, тому і зростає ступінь розкладання силосу впродовж бродіння в реакторі. Для силосування кукурудзи вміст в ній сухої речовини повинен становити 35 – 40%. За низького вмісту сухої речовини (менш як 20%) погіршуються властивості силосу, утворюється велика кількість фільтрату й суттєво зменшується потенціал утворення біогазу [35].

Для виробництва біогазу з енергетичних культур, кукурудза як первинна сировина має найбільше значення із-за високого потенціалу урожайності. Вирощування й зберігання силосної кукурудзи технічно розвинене і добре оптимізоване. Як сировина для виготовлення біогазу вирощують спеціальні енергетичні гібриди кукурудзи з урожайністю сухої маси 20 – 24 т/га. Це приблизно становить 5400 – 9200 м³ га метану в залежності від гібриду, технології вирощування, умов вирощування та вчасного збирання врожаю. Крім, того виробництво біогазу із кукурудзи відзначається також найвищим

рівнем скорочення викидів парникових газів і досить високою економією пального [35].

Але водночас широке використання кукурудзи як монокультури для виробництва біогазу негативно впливає на навколишнє середовище із сторони

втрат біорізноманіття, збільшення інтенсивності росту шкідливих мікроорганізмів і використання елементів живлення та зменшення виробництва харчових продуктів [36].

Важливим чинником інтенсифікації вирощування кукурудзи є мінеральне живлення, яке базується на економічно – раціональному використанні добрив.

Без їх внесення продуктивність рослин знижується, і їх правильне використання підвищує стійкість рослин до низьких температур, збільшує

частку качанів у врожаї зеленої маси, підвищується вихід сухої речовини із загальної площі посіву. Застосування впливає не лише на мінеральне живлення

рослин, а і на режим водоспоживання, що має особливе значення в зонах недостатнього зволоження. Добрива є чинником які визначають врожайність

рослин, яка може різко змінюватися від кліматичних та ґрунтових умов. Це передбачає зкоригування доз добрив для кожного регіону з урахуванням типу

ґрунту [36].

Кукурудза за вирощування на силос витрачає на 55% більше азоту, 70% - більше фосфору та на 36% - більше калію, як порівняно із кукурудзою на зерно.

Внесення добрив під передпосівну культивуацію, особливо різних доз азотних добрив позитивно впливає на ріст та розвиток рослин кукурудзи із різним ФАО.

Якість силосу досягається внесенням оптимальної дози азотних добрив і сприяє більш кращій ферментації кукурудзяного субстрату [37].

Технологія вирощування силосної кукурудзи порівняно із зерною має незначні особливості, а саме:

- використовують гібриди більш облиственні і високорослі;
- підвищена норма висіву на 10 – 15%;

• в деяких регіонах можуть зменшувати ширину міжряддя до 45 см;
 • збільшують норму внесення мінеральних добрив, а особливо азотних;
 • якщо присутні поливи, то їх норму зменшують, та саму зрошувальну норму;

• оптимальна фаза для збирання є молочно – воскова;
 Сучасне високопродуктивне молочне скотарство потребує кормів відповідної якості, а значить, використання нових, спеціалізованих гібридів кукурудзи і технологій їх вирощування, способів заготівлі та зберігання. На

даний час обсяги заготівлі різних видів силосу не перевищують 10 -12 млн тонн. У перспективі заготовлювати силос планують використовувати зелену масу кукурудзи (55 – 60% валового виробництва), цукрового сорго (10 – 15%), їх сумішок та силосу із пров'ялених трав. Дуже важливою вимогою до якості кукурудзяного силосу є вміст у нього зерна, частка якого у гібридів іноземної селекції перевищує 31% за сухими речовинами. Поживна цінність такого корму має становити 0,26 – 0,28 к.од. проти 0,20 – 0,22 к.од. у ендосі, приготованому за традиційними технологіями. У ДСТУ на силос з кукурудзи, практично зовсім не обумовлено питому частку і стан зерна для отримання корму першого класу.

Енергетична цінність силосу становить не менше ніж 9,8 та 8,9 МДж обмінної енергії, 0,64 – 0,74 к.од. у сухій речовині, а чиста енергія лактації від 1 кг сухих речовин такого силосу сягає 6,42 – 6,56 МДж[36].

Разом із тим сучасні програми і норми ви годівлі високопродуктивних корів із залученням кукурудзяного силосу, гармонізовані до світових, забезпечують надій корів на рівні 7 – 10 тис. кг молока та середньодобові прирости живої маси молодняку на рівні 1100 – 1200 г та обґрунтовують цілорічну про годівлю молочної худоби повноцінними кормовими сумішами на основі саме високоякісного кукурудзяного силосу. Одночасно розробляють технології, спрямовані на покращення поживної цінності силосу завдяки використанню нових високопродуктивних гібридів вітчизняної та іноземної селекції, сумісних посівів кормових культур, кукурудзи та сої, сорго та

кукурудзи для заготівлі силосу, призначеного для однотипної годівлі тварин[38].

1.3. Особливості мінерального живлення на удобрення кукурудзи на зерно

Періодичний дефіцит вологи у ґрунті, спричинений посухами, які часто спостерігаються в останні роки впродовж періоду вегетації, обмежує потенціал урожайності нових гібридів кукурудзи. Відтак основні завдання у вирощуванні кукурудзи зводяться до реалізації потенціалу врожайності та до захисту врожаю від впливу несприятливих погодних умов. Хоча кукурудза не надто вимоглива до попередника, проте вона потребує ґрунтів з оптимальним співвідношенням вологи та поживних елементів[40].

Це не обов'язково мають бути важкі й середні ґрунти, оскільки результати експериментів показують, що за достатнього вологозабезпечення навіть на легких ґрунтах можна отримати високі врожаї зерна. Рациональне удобрення кукурудзи потребує забезпечення її всіма необхідними поживними речовинами впродовж усього періоду вегетації. Для оптимального удобрення культури необхідно насамперед контролювати вплив азоту на врожайність. З одного боку, цей контроль зводиться до встановлення досить високої дози азотних добрив, а з іншого – до більшого засвоєння такого азоту, що в них міститься. Доза мінеральних добрив залежить від потреби рослини в азоті та міри покриття цієї потреби ґрунтовим азотом за рахунок мінералізації. Дозу азоту розраховують за формулою:

$$N_n = (P * P_j) - 1.5 * N_{\min(0-90 \text{ см})}$$

де N_n – доза азотних добрив, кг N/га;

P – передбачувана врожайність зерна, т/га;

P_j – одиниця поглинання азоту, кг N/1 т зерна + відповідна маса соломи;

N_{\min} – вміст мінерального азоту в ґрунті до 90 см;

Користуючись зазначеним алгоритмом, слід брати до уваги широкий діапазон поглинання азоту, який, залежно від ґрунтових умов, становить 20 – 32 кг N/1 т зерна + відповідна маса соломи. На практиці нижчі значення прийняті

на родючих ґрунтах, де гарантоване належне забезпечення кукурудзи азотом та іншими поживними речовинами. Обсяг доз мінеральних добрив, включно з

азотними добривами, повинен відповідати потребам кукурудзи з урахуванням кількості наявних компонентів, що містяться в ґрунті. Тому передусім

найкраще провести хімічний аналіз ґрунту. Потім, зважаючи на забезпеченість ґрунтів поживними речовинами та їх рівень засвоєння врожаєм, визначити

необхідну дозу мінеральних добрив (табл. 1.2)

Таблиця 1.2

Засвоєння поживних речовин кукурудзою, %

Засвоєння хімічних елементів в кг на 1 тону сухого зерна + солома				
Азот (N)	Фосфор (P ₂ O ₅)	Калій (K ₂ O)	Магній (MgO)	Кальцій (Ca)
33	14	37	7	7
Засвоєння хімічних елементів в кг на 1 тону зеленої маси надземної частини				
3,5	1,5	7	-	-

Кукурудза для отримання високих врожаїв, окрім азоту, потребує також інших елементів живлення: магній, калій та кальцій (табл. 1.3). Лише при

збалансованій системі живлення зростає продуктивність поглинання азоту кожною окремою рослиною. Чим кращий поживний режим ґрунту, тим

меншою має бути доза азоту для отримання того самого врожаю зерна. Рациональне удобрення азотом, крім визначення дози добрив, потребує також

відповідного вибору добрив та оптимального терміну їх внесення.

Рекомендується використовувати розділені дози, тобто 50 – 65% вносити перед сівбою, а решту – в підживлення, але не пізніше стадії розвитку 4 – 6 листків.

Важливо, не спізнитися з підживленням, оскільки інтенсивне споживання

поживних речовин кукурудзою починається із фази 6 – 8 листків і триває до кінця цвітіння. Починаю із цієї фази, рослини не повинні відчувати дефіциту елементів живлення у ґрунті. При виборі добрив слід насамперед брати до уваги реакції ґрунту, у місцевостях із нижчим рівнем рН варто уникати використання занадто кислих добрив, а також наявність у ґрунті інших основних елементів живлення. У місцях, бідних на фосфор чи калій, певну частину азоту можна вносити перед сівбою у складі комплексних добрив [41].

Таблиця 1.3

Відносне поглинання основних елементів живлення кукурудзою, %

Фази розвитку	Поживні речовини			
	Азот (N)	Фосфор (P ₂ O ₅)	Калій (K ₂ O)	Магній (MgO)
До фази 4 листка	2	1	4	3
Від фази 8 листка до кінця цвітіння	85	73	96	78
Наливання зерна	13	26	0	19

Передпосівне удобрення кукурудзи однією дозою слід проводити повільно діючими добривами приблизно за 2 тижні до посіву кукурудзи.

Удобрення кукурудзи сечовиною рекомендується із декількох причин. Перша – це взаємна синергія надходження NH₄ і P₂O₅. Рослині потрібно менше енергії для перетворення амідної форми у доступну та використання її рослиною.

Інтенсивне поглинання азоту відбувається через молоде коріння, а умови, несприятливі для його розвитку, суттєво обмежують транспортування поживних речовин до рослини. Ще одна перевага використання карбаміду на кукурудзі – легкість внесення добрива і змішування його з ґрунтом. Це захищає

від можливих втрат азоту у вигляді аміаку і водночас робить його незалежним від поверхневого висихання ґрунту[37].

Під впливом вологи та за участю ферменту (уреази) сечовина перетворюється на карбонат амонію. У невідповідних температурних і ґрунтових умовах іон амонію замість того, щоб пройти нітрифікацію, тобто перейти у нітратну форму (NO_3), може перетворитися на аміак та вийти із ґрунту у вигляді газу. Втрати азоту в цій ситуації становитимуть від 15 – 45 %.

Правильне використання сечовини, тобто змішування її з ґрунтом за оптимальної вологості, зазвичай дає змогу знизити втрати азоту приблизно до 10%.

Формою азоту, яка найшвидше поглинається кукурудзою, є нітратна. Найбільший вміст її має аміачна селітра, яка користується великою

популярністю серед фермерів при пізньому підживленні. Нітратна форма, що використовується в ранній фазі, тобто у фазі 3 – 4 листків, швидко

поглинається молодими рослинами. Велике скупчення цієї форми азоту в рослині викликає розрідження клітинного соку. Це збільшує вразливість рослин

до пошкоджень, спричинених весняними заморозками, найчастіше в першій декаді травня. Швидке засвоєння цієї форми азоту кукурудзою впродовж дня

призводить до її транспортування від коренів до молодих листків без приєднання до амінокислот. Наслідком цього є пожовтіння, а потім обпалення

кінчиків і країв листя[42].

Під час сухої весни, що часто буває в нашій країні, жодне гранульоване добриво не працює добре. Альтернативою є позакореневе підживлення,

сечовина, яка дуже добре розчиняється у воді. Розчин демонструє низький осмотичний тиск порівняно із неорганічними добривами, має високу адгезію,

викликає розпушування поверхневого шару ґрунтин. Ось чому він досить швидко поглинається рослиною, і при його використанні виникає найменше

симптомів опіку кукурудзи. Концентрація розчину карбаміду для кукурудзи має становити 6%. Підживлення кукурудзи карбамідом слід проводити у фазу 6

-7 листків. Численні дослідження показують, що кукурудза, оброблена

розчином карбаміду на ранніх стадіях розвитку, збільшує вихід зеленої маси. Ефективність позакореневого підживлення сильно залежить від температури та відносної вологості повітря[43].

Негативно впливають на засвоєння елементів живлення такі очевидні фактори, як підвищена кислотність ґрунту, засоленість, перебування їх у недоступних для рослин сполуках. З огляду на це необхідним видається позакореневе внесення мікродобрив, які містять швидко-доступний фосфор та калій. Їх потрібно дати хоча б у невеликій кількості для того, щоб коренева система рослини запрацювала активніше і розпочала розвиватися вглиб. Це потрібно, для того щоб рослини кукурудзи могли збільшити обсяг своєї площі живлення, а також краще протистояти такому стресовому чиннику, як спека[42].

Період формування 3 – 5 листків взагалі є надзвичайно важливим для подальшого розвитку кукурудзи. На цьому етапі розвитку починають закладатися репродуктивні органи. При цьому ріст рослин відбувається доволі повільно, і вони здатні споживати обмежену кількість поживних речовин внаслідок малої розвиненості кореневої системи. Тому окрім фосфору та калію по листу було б дуже незайвим дати сірку, магній та цинк. Також у тому разі, якщо під передпосівний обробіток була внесена помірна доза добрив. З цією метою можна використати або спеціалізовані комплексні мікродобрива, або ж використовувати робочу суміш із простих складових, котру можна внести в один чи два прийоми разом із пестицидами. Наприклад, 2 – 3 кг/га моно калій фосфату, 3 – 4 кг/га сульфату магнію, до 10 кг/га карбаміду та цинк. Розрахувати оптимальний період внесення нескладно – за 10 – 15 днів після появи сходів кукурудза відчуває найвищу потребу у фосфорі. Саме на цей час варто запланувати внесення фосфору та супутніх елементів живлення. Для того, щоб розрахувати наступне листове підживлення, бажано було б мати на руках точні аналізи ґрунту на вміст основних макро та мікроелементів. Якщо даних немає, варто витратити досить невеликі кошти для забезпечення посівів

кукурудзи критично важливими мезо та мікроелементами. До складу робочої суміші слід додати молібден, цинк, бор та марганець. При цьому слід враховувати, що молібден практично недоступний для кореневої системи

рослин на кислих ґрунтах, тоді як на лужних – цинк та марганець. Такого важливого мікроелементу, як бор, в ґрунті завжди мало, за невеликими винятками, і без достатньої кількості вологи він не засвоїться. Не слід також забувати і про такі важливі для кукурудзи елементи живлення, як мідь та залізо.

Дуже важливо не пропустити ще один критичний для розвитку кукурудзи період. Це період після появи 9-10 листка, який характеризується інтенсивним

ростом рослин кукурудзи і триває протягом 15-20 днів. Впродовж цього часу накопичується маса рослини й стрімко зростає потреба в основних елементах живлення. На цьому етапі засвоюється до половини усього необхідного

кукурудзі азоту та фосфору і до двох третин калію. Саме тому бажано в цей час

здійснити обробку посівів робочою сумішшю, яка містить азот, фосфор та калій, аби інтенсифікувати процеси розвитку рослин. Фактично у такий спосіб ми додамо будівельного матеріалу в критично важливий період для рослин кукурудзи. Потрібно додати до суміші такий важливий для подальшого цвітіння рослин мікроелемент, як бор[43].

Окремо слід зупинитися на азотних підживленнях посівів кукурудзи.

Кукурудза потребує азоту для якісного розвитку у таких великих кількостях,

що недостатньо просто обмежитися двома або трьома разовими позакорневими внесеннями карбаміду. Водночас такий високо мобільний елемент, як азот,

внесений перед сівом вже може промитися дощами в нижні шари ґрунту.

Починаючи з появи 10 листка, кукурудза починає відчувати посилену потребу в азоті, що безпосередньо впливає на майбутню врожайність. Тому не можна

допустити дефіциту цього мікроелементу. Рекомендованим є додаткове

внесення азотних добрив внутрішньо-ґрунтовим або прикорневим способом.

Перший спосіб передбачає застосування такого високо ефективного агрозаходу, як міжрядна культивування, яка дає змогу проводити розпушення ґрунту,

механічне знищення бур'янів і заразом внесення азотних добрив на глибину 12 см, якщо агрегат обладнано спеціальною місткістю. У такий спосіб залежно від вологості ґрунту можна дати декілька десятків кілограмів аміачної селітри, сульфату амонію чи карбаміду. Ще краще дати азот разом з іншими елементами у рідкому вигляді. З цією метою також можна використовувати спеціальні живильні машини для внесення рідких добрив в ґрунт [44].

Другий спосіб передбачає застосування спеціальних насадок на форсунки обприскувача для досить точного внесення КАС у прикореневу зону рослин. Це ефективний спосіб підживити молоді рослини кукурудзи азотом, однак його дієвість безпосередньо залежить від наявності опадів.

Для стартового живлення кукурудзи найкраще використовувати двокомпонентні добрива, що містять азот і фосфор.

Після внесення в ґрунт гранули добрив дуже швидко розчиняються. Навколо гранул утворюється насичений розчин фосфатів. Склад і концентрація цього розчину залежить не від особливостей ґрунту, а виключно від властивостей добрива. Іони з насиченого розчину дифундують за межі гранул добрив, а в зворотному напрямку надходить вода. У процесі віддалення від гранул добрив фосфати зазнають хімічних і фізико-хімічних процесів сорбції, спричиняючи зменшення концентрації фосфору в ґрунтовому розчині.

Поєднання двох компонентів, азоту та фосфору, збільшує поглинання фосфору кукурудзою на ранніх стадіях розвитку та росту. Однак слід пам'ятати, що швидкість поглинання фосфору залежить від форми, в якій рослина поглинає азот. Коли рослини живляться амонійним азотом $N-NH_4$, із клітин у ґрунтовий розчин виділяється іон H^+ , викликаючи його підкислення, що зазвичай підвищує концентрацію фосфору та швидкість його поглинання. При засвоєнні рослинами нітратної форми $N-NO_3$ із клітин виділяються іони HCO_3 та OH , що призводить до підвищення лужності ґрунтового розчину і водночас зменшує поглинання фосфору. При дефіциті фосфору в поживному середовищі рослини поглинають мало азоту, тоді як при надто високій дозі фосфору споживання

азоту обмежене. Тому лише правильне співвідношення N : P, що підходить для конкретної культури, забезпечить їй належний ріст і розвиток [45].

У процесі дослідження методів удобрення різними видами добрив було встановлено, що на вихід сухої речовини в початковий період росту кукурудзи найбільш позитивно вплинуло рядкове внесення добрив, у яких вміст P був меншим за вміст азотом або трохи вищим. Рядкове внесення амосфоси NPK+S, тобто добрива, в якому вміст фосфору значно перевищував вміст азоту. Не стимулювало початковий ріст рослин кукурудзи. Що ж до врожайності зерна, то найбільш ефективним добривом виявився фосфат амонію, який найбільш позитивно впливав на врожайність кукурудзи порівняно і іншими добривами NP [45].

Під час внесення добрив разом із сівбою особливу увагу слід звертати на взаємозв'язок між безпечною дозою мінерального добрива та відстанню між внесеним добривом і насінням. Чим менша відстань між насінням і добривом, то меншою має бути доза мінеральних добрив (табл. 1.4).

Таблиця 1.4

Максимальні дози компонентів добрива залежно від їх початкового місця внесення

Місце внесення добрива	Рідке добриво РКД 10:34	
	Доза добрива, л/га	Доза N+P ₂ O ₅ , кг/га
Поруч із насінням 0,6 – 1,2 см від насінини	47	5 + 27
	94	9 + 32
1,2 - 2,5 см від насінини	360	36 + 122
2,5 – 5,1 см і далі від насінини	більше 360	більше 36 + 122

Друга важлива річ, яку слід брати до уваги, приймаючи рішення щодо підживлення кукурудзи – це вибір відповідного мінерального добрива. Це пов'язано з тим, що розміщення добрива в безпосередній близькості від насіння

підвищує солоність ґрунту і може призвести до зменшення засвоєння рослинами вологи. Рослини у фазі проростання та на початкових стадіях розвитку найбільш чутливі до засолення ґрунту [46].

Максимальна швидкість поглинання елементів живлення рослинами

Технології керування ґрунтовою родючістю повинні бути спрямовані на те, що доступність елементів живлення в ґрунті була рівномірною із їх динамікою споживанням рослинами і всього вегетаційного періоду. Це їх

оптимізація фор добрив, доз і строків внесення добрив. Для всіх елементів

живлення максимальна швидкість поглинання рослинами спостерігається при найбільш інтенсивному накопиченню сухих речовин в період вегетаційного росту рослин. У фазу 10 – 14 листків рослини інтенсивно поглинають бер, а потреба в інших елементах коливається від 25 – 35% [47].

Стресових ситуацій, пов'язаних із нестачею елементів живлення у рослинах, можна уникнути, коли потреба компенсується за рахунок надходження їх із ґрунту. Це особливо важливо в умовах високопродуктивних

агроценозів. При розробці механізмів підвищення доступності і оптимізації

надходження елементів живлення в рослину спостерігається багато спільного в таких елементах як азот та сірка. Однак періоди максимального споживання цих елементів рослиною не співпадають. Для оптимізації живлення рослин

азотом і сіркою повинні використовуватися різні підходи. У фазу викидання

волоті та викидання ниточок початку рослини поглинають велику часту азоту,

значне накопичення рослинами сірки відбувається у фазу наливу зерна. Більше ніж 50% сірки поступає в рослину після періоду викидання волоті та викидання ниточок початку, така ж і ситуація із фосфором та калієм [48].

Для великого ряду елементів живлення характерна висока їх подвижність

по рослині. Такі елементи живлення можуть спочатку засвоюватися в одних органах рослини, а потім транспортуватися і використовуватися і інших органах. В зерна кукурудзи в період його дозрівання відбувається відносно

велике накопичення таких елементів як: N, P, S і Zn, це видно по їх виносу із урожаєм зерна. Накопичення цих елементів живлення в зерні відбувається за рахунок їх асиміляції в період наливу зерна, а також реутилізації із всіх органів

рослини. Більше ніж 50% фосфору рослини потребують і період викидання волоті, також відбувається його реутилізація в зерно із стебла та листків. Виніс

із урожаєм таких елементів як азот та сірка приблизно однаковий, але механізм їх накопичення в зерні відрізняється. Накопичення сірки відбувається за рахунок її поглинання рослиною після фази цвітіння. Азот в основному

накопичується за рахунок його реутилізації із інших органів. Накопичення

цинку відбувається реутилізацією його із стебла, у фазу фізіологічної стиглості приблизно 60% переходить від стебла до зерна. Такий важливий елемент як бор

так реутилізується після проходження фази викидання волоті до зерна, це свідчить про його важливу роль у репродуктивних процесах рослини[49].

Отже, кукурудза була і залишається для України стратегічною культурою, яку вирощують практично у всіх регіонах та незалежно від розмірів господарства. Інколи вважають, що кукурудза досить проста у вирощуванні та

невибаглива, але насправді для отримання високих врожаїв потрібно чітко

визначити із технологією вирощування, яка найкраще буде підходити для регіону вирощування, також дуже важливим є правильний підбір системи

живлення кукурудзи та використовувати сучасні агротехнічні прийоми. Ці всі параметри дозволять отримати високі врожаї цієї культури.

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтові умови проведення досліджень

Наш дослід я закладено на території ТОВ «Біотех ЛТД», яка розташована у Чернігівській області, Сосницький район, село Змітнів. Господарство знаходиться у зоні Полісся. На території господарства переважають дернові – підзолисті ґрунти на лесовидних породах.

Дерново – підзолистий тип є фоновим у складі ґрунтового покриву Полісся, яке має зволоження за показником ГТК за Селяниновим = 1,1 – 1,5.

Він характеризується різко вираженою текстурною диференціацією профілю на такі горизонти:

HE_{0-28 см} – гумусово – елювіальний (25 – 30 см в орних ґрунтах);

E_{29-36 см} – елювіальний (5 – 15 см в орних ґрунтах);

IE_{37-45 см} – елювіально – ілювіальний (5 – 10 см в орних ґрунтах);

I_{46 -90 см} – ілювіальний (50 - 55 см в орних ґрунтах), який поступово переходить у материнську породу з глибини 100 – 120 см. Особливість цього типу ґрунтоутворення є зосередження органічної речовини у невеликому за потужністю шару у верхній частині профілю. Тому елювіальний і ілювіальний горизонти не містять гумусу. В автоморфних ґрунтах елювіальний горизонт за кольором диференціюється на дві частини: верхня – брудно – палева, нижня – біла. Ілювіальний горизонт в автоморфних - бурий, червоно-бурий, в оглесвих – бурий мармуровий з наявністю сизих плям, розводів, часто вуглистих цяток, залізо-марганцевих конкрецій. Формування профілю пов'язане з розвитком дернового і підзолистого ґрунтоутворювальних процесів на водно – льодовикових, моренних, лесових та алювіальних породах переважно супіщано – суглинкового гранулометричного складу, рідше - зв'язаного на двоцільних породах за умов спорадично застійно-промивного та застійно-непромивного водних режимів, на моренно-зандрових і алювіальних рівнинах,

терасах, морених горбах і пасмах у місцях з найсприятливішими умовами для лісової рослинності як за трофічним, так і водним режимами, що зумовлювало мінімальну кількість трав'янистої рослинності і біоценозах як джерела формування органічної речовини в ґрунтах. У зв'язку з цим дерново-підзолисті

ґрунти характеризуються низькими параметрами гумусонагромадження. У зв'язано-піщаних ґрунтах кількість гумусу коливається від 0,3 – 0,4 до 0,7 – 0,8%, а в легкосуглинкових – від 1,1 – 1,5 до 2,0 – 2,6%. Генетичний тип ґрунтоутворювальних порід не впливає на акумуляцію гумусу в цих ґрунтах.

Його кількість визначається вмістом фізичної глини в них та інтенсивністю зволоження. Дерново-підзолистий тип ґрунтоутворення кількісно діагностується показником $K_{ПНГ}=0,02-0,04$. Розподіл профілю на генетичні горизонти чіткіше проявляється з поважчанням гранулометричного складу та збільшенням ступеня оглеєння, що проявляється у вираженості морфологічних ознак і потужності елювіального горизонту [50].

Поліська зона за зволоженням розподіляється на дві підзони, але за інтенсивністю гумусонагромадження дерново-підзолисті ґрунти практично не вирізняються. Це пов'язано з тим, що вони мають незначну кількість гумусу внаслідок легкого гранулометричного складу, а за рахунок гідроморфності різниця у атмосферному зволоженні нівелюється. Тому дерново-підзолистий тип ґрунтоутворення не розподіляється на підтипи [50].

Дерново-підзолистий ґрунт в умовах нашого дослідження характеризується слабо-кислим рН (табл. 2.1).

НУБІП України

Таблиця 2.1

Агрохімічні та фізико-хімічні показники дерново-підзолистого ґрунту, 2021 р.

Тип ґрунту	рН	Вміст					Ступінь насичення основами (Са), %
		органічної речовини, %	нітратного азоту, мг/кг	рухомого фосфору, мг/кг	рухомого калію, мг/кг	рухомої сірки, мг/кг	
Дерново-підзолистий	5,4	1,8	5,1	102	110	13	30

Зазначений ґрунт має низький вміст органічної речовини, низький вміст нітратного азоту, середній вміст рухомого фосфору, середній вміст рухомого калію, середній вміст рухомої сірки.

Отже, слід зазначити, що за таких агрохімічних показників за належного технологічного рівня можливе формування високого врожаю кукурудзи.

2.2. Погодньо-кліматичні умови проведення досліджень

Територія, де проводилися дослідження характеризується помірно-континентальним кліматом та достатньою кількістю вологи. За даними Київської метеостанції, середньорічна температура становить 6-7 С°. За січень та лютий випало невелика кількість снігів, максимально низька температура за весь рік була зафіксована у 2 декаді лютого і становила – 24,8 С° (табл. 2/2). Кількість днів за яких температура опускалась нижче 0 С° становить 67 – 75 днів. Потепління розпочалося із 1 декади квітня. Максимально висока температура була зафіксована у середині червня місяця і становила +35,4 С°.

Період вегетації рослин складав 145 днів. Опادي у рік проведення досліджень були добрими випало 528,5 мм, але за вегетаційний період випало 263 мм опадів, цього вистачило рослинам для повноцінного росту та розвитку (рис. 1/51).

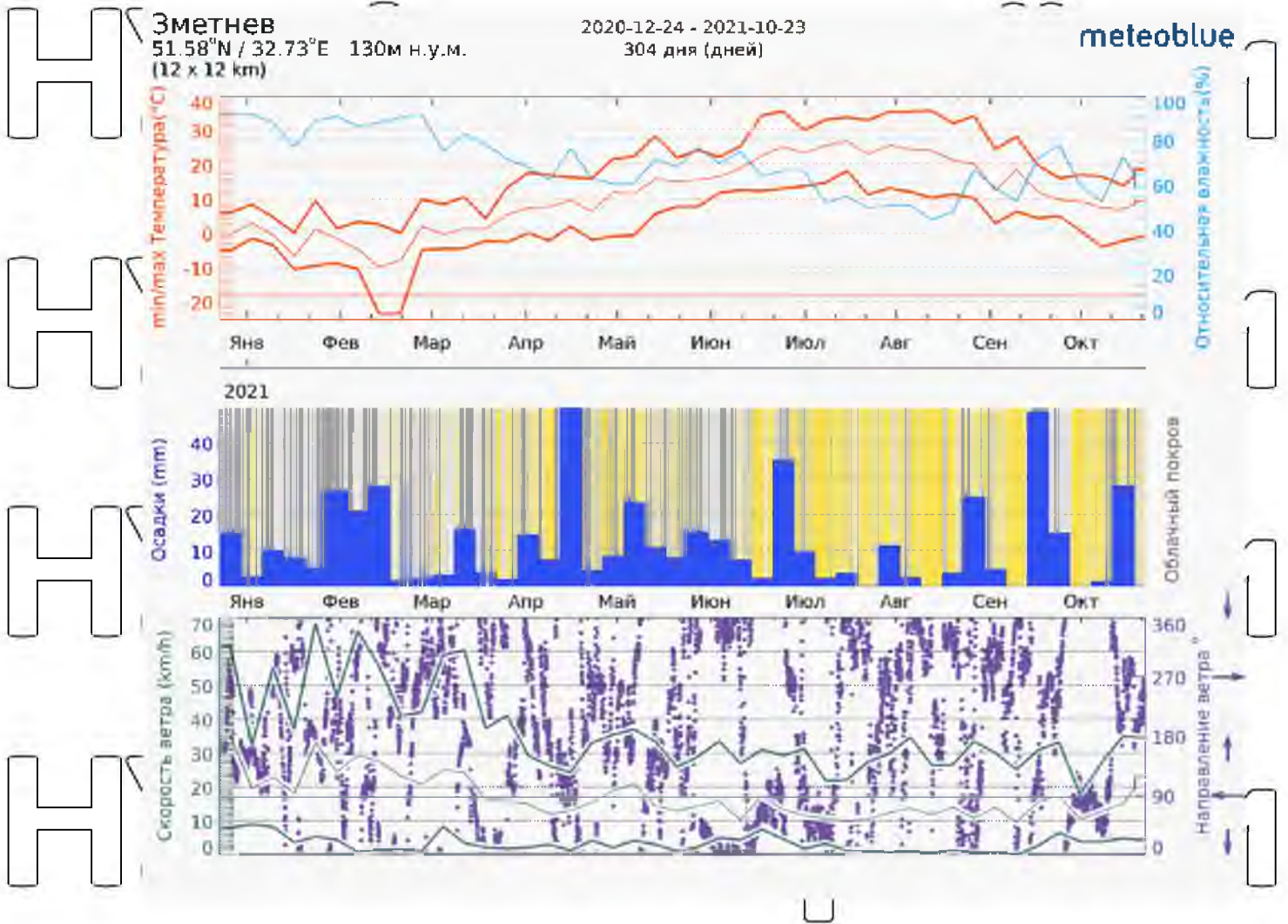


Рис.1. Температурні умови та кількість опадів на території проведення досліджень, 2021 р.

НУБІП України

Таблиця 2.4

Метеоумови на території проведення досліджень, 2021 р.

Місяць	Температура, С°		Опади, мм
	Мінімальна	Максимальна	
Січень	-11,2	+10,1	55
Лютий	-24,8	+10,6	56,5
Березень	-4,8	+13,8	27
Квітень	-3,1	+17,2	85
Травень	-0,5	+28,4	67

Червень	-7,5	+35,4	59,5
Липень	+11,7	+34,1	19,5
Серпень	+10,3	+35,2	39
Вересень	+1,5	+27,7	73
Жовтень	-3,1	+18,8	47

Отже, зробимо висновки, що погодно-кліматичні умови даного регіону в цьому році були сприятливі для вирощування. За період вегетації випало 305 мм опадів, цього було достатньо для формування високого врожаю.

2.3. Технологічні умови проведення дослідження

Основною метою наших досліджень було визначення впливу диференційного внесення азотних добрив на продуктивність кукурудзи на зерно за ґрунтової неоднорідності (рис. 2).

Дослід закладено 17.05.21 р. Посівний матеріал використовувався фірми Dekalb, гібрид «ДКС 3050».

Короткі відомості про гібрид: гібрид придатний для вирощування в зонах достатнього та нестійкого зволоження, ФАО (200) ранньостиглий, висота рослин – 230 – 240 см, тип зернівки – зубовидний, висота кріплення качана – 110 – 115 см. Оптимальна густина посіву – 75000 – 80000 тис. шт./га. Насіння оброблено Акселерон Еліт Х4 (Пончо Вотиво + Максим ХЛ + Торк СТ).

Технологія вирощування

Попередник – кукурудза

Гібриди – ДКС 3050.

Обробіток ґрунту. В основний обробіток ґрунту під кукурудзу є щільовання на глибину 35-40 см, яке проводиться трактором New Holland та щільовачем Hatzenbichler Delta. Потім вносять добрива і заробляють їх на глибину 5 см за допомогою трактора New Holland та дискатора Vaderstad.

Передпосівний обробіток. Дискування на глибину 10-12 см трактором МТЗ 1523 та БДТ 4,2, потім передпосівна культивування на глибину 5 см трактора New Holland та дискатора Vaderstad.

Сівба. Посів кукурудзи з одночасним внесенням добрив, звичайний рядковий з шириною міжряддя-70 см. За допомогою трактора John Deere 6195M та пневматичної сівалки Challenger 9100 (8-рядна). Норма висіву-72,000-73,000 тисяч насінин/га, глибина посіву 4-5 см.

Догляд за посівами. Зразу після сходів вносились комбінація із післясходових гербіцидів (Нікорн (0,2 л/га)+ Дифлейм(0,5 л/га)) самохідним обприскувачем Технопа. Проводилась міжрядна культивування трактором John Deere 6195M та міжрядним культиватором «Ліквіджет» із одночасним позакореневим підживленням КАС – 32 у нормі (100 кг/га),

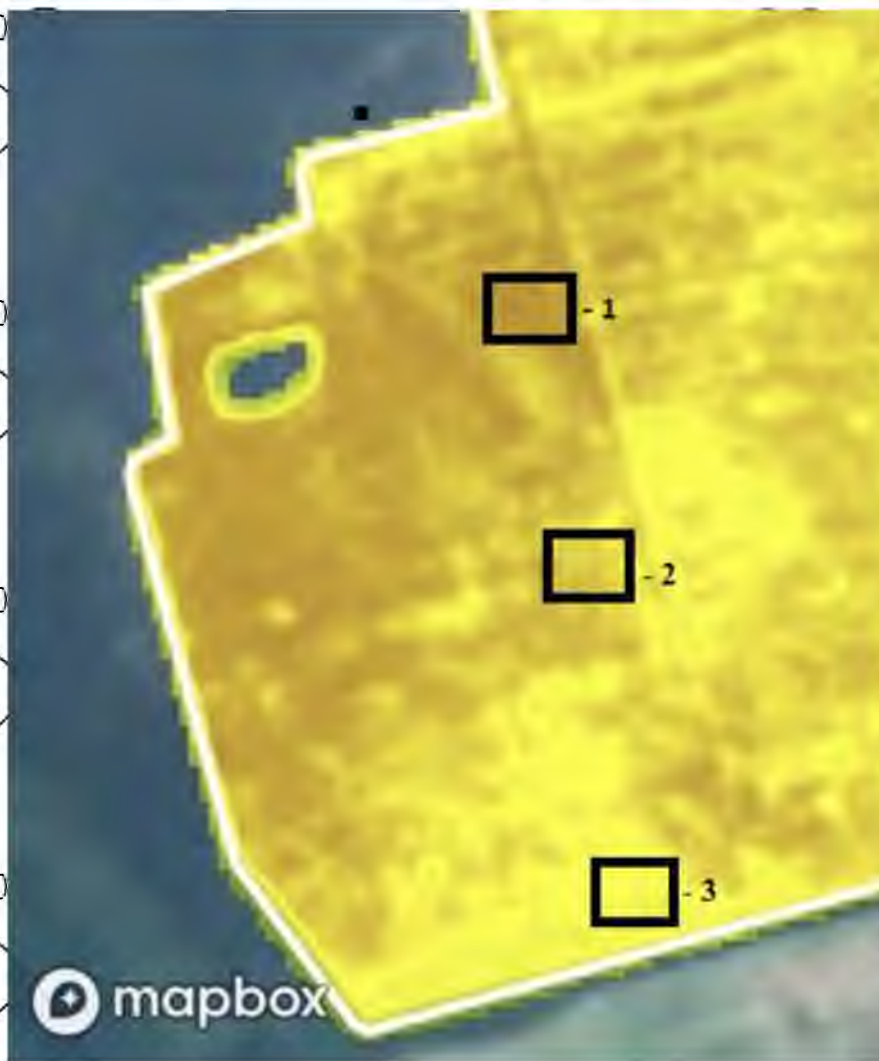
Підживлення. До посіву вносився КАС-32 у нормі 150 кг/га(трактор МТЗ 1221 та обприскувач Lindus). Одночасно із посівом вносилося (РКД 10:34) у нормі 100кг/га.

Збирання врожаю проводилося прямим комбайнуванням у повній стиглості, для цього використовувався комбайн John Deere S760.

Первинна обробка буде проводитися якщо цього потребуватиме зерно по очищенні та по досушуванні.

2.4. Методика проведення досліджень

В основу досліджень покладено три ділянки поля із неоднорідним розвитком рослин кукурудзи у фазу 7 – 8 листків, які визначені за допомогою показників NDVI (рис. 2).



1 – ділянка з низьким значенням NDVI

2 – ділянка з середнім значенням NDVI

3 – ділянка з високим значенням NDVI

Рис. 2. Схема ділянок за ґрунтовою неоднорідністю по показникам NDVI у фазу

7 – 8 листків, 2021 р.

В умовах досліду кукурудза вирощувалася за системою удобрення, що розроблена в ТОВ «Біотех ЛТД». Під кукурудзу вносилося у основне удобрення калійні добрива у вигляді КСГ в кількості K_2O 120 кг/га. У передпосівне удобрення азотні добрива у вигляді КАС – 32 в кількості N 48 кг/га. Припосівне удобрення у вигляді РКД 10:34 в кількості N 10 кг/га та P_2O_5 34 кг/га. Вище зазначена доза NPK слугувала фоном на який накладалась схема досліду, що подана в (табл. 2.3).

В межах виділених зон проводилося підживлення азотом у формі КАС – 32 (N48 та N80 кг/га)(табл. 2.3)

Таблиця 2.3

Схема внесення добрив на ділянках із різним станом рослин кукурудзи, 2021 р.

Ділянка №1			Ділянка №2			Ділянка №3		
Без добрив (Контроль)	N 48	N 80	Без добрив (Контроль)	N 48	N 80	Без добрив (Контроль)	N 48	N 80

Дослідження проводилися за методичними вимогами в агрохімії[52].

Зразки ґрунту та рослин відбирались в такі фази росту та розвитку культури: 7 – 8 листків.

У зразках ґрунту проводилися визначення наступних показників в шарі (0-25 см):

а) вміст амонійного азоту фотометричним методом за допомогою реактиву Несслера[ЦНАО ГОСТ 26489-85];

б) вміст нітратного азоту іонселективним методом[ГОСТ-26950-86];

в) вміст рухомих сполук фосфору визначили за допомогою методу Кірсанова[ДСТУ 4405:2005];

2. У зразках рослин проводились визначення таких показників:

а) вміст сухої речовини термогравіметричним методом[ГОСТ 29268-89];

б) визначення вмісту загального азоту в рослинах за методом Гінсбурга після мокрого озолення[ГОСТ – 26657 - 97];

в) вміст загального фосфору – після озолення фотоколориметрично за методом Деніже в модифікації Левицького[ГОСТ 26657-83];

г) визначення вмісту крохмалю методом кислотного гідролізу[ГСТУ 46.045.2003];

д) визначення вмісту білку методом інфрачервоної спектрометрії[ДСТУ – 4117: 2007];

Проводили такі біометричні показники як: висота рослин, кількість листків, площа листкової поверхні;

Облік структури та врожаю по всіх ділянках проводилися у фазу технічної стиглості методом облікових ділянок;

Математичні розрахунки здійснювалися з використанням програми Excel.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Вплив диференційного внесення азотних добрив на окремі показники ґрунту

Азот – перший із трьох найважливіших елементів живлення, який відповідає за утворення та швидкість наростання вегетативної маси та утворення врожаю протягом усього вегетаційного періоду [53].

На початку свого росту кукурудза засвоює азот у незначних кількостях (близько 3 -5%). За їх темпів споживання азоту рослинами рано на весні, коли ще присутні низькі температури, можуть бути незначні зміни у кольорі листової поверхні та сповільнення росту та розвитку. Перший період коли азот розпочинає інтенсивно споживатися рослинами настає у фазу 6 – 7 листків і триває до фази наливання зерна. Приблизно 10 – 15% від загального азоту надходить у фазу повної технічної стиглості. Критичним періодом споживання азоту є настання фази цвітіння. Саме в цей період присутні високі температури, які і підвищують процеси вивільнення його із ґрунту та його мінералізацію, а тому рослини найкраще використовують його [54].

Кукурудза дуже добре реагує на такі добрива, як карбамід або ж його суміш із аміачною селітрою в однаковому співвідношенні. Таку суміш рекомендують вносити у передпосівну культивуацію. Першою формою яка засвоюється рослинами є нітратна, тому що, вона є найбільш рухливою та доступною. Потім відбувається засвоєння амонійної форми азоту яка не вимивається із ґрунту, але може вивітритися. Вона спочатку акумулюється в орному шарі ґрунту і пізніше засвоюється рослинами. Щоб утворити 1 т зерна рослини використовують N_{15} це на доволі родючих ґрунтах, а якщо родючість ґрунту не сприятлива то потрібно трохи більше N_{20} [55].

Як було вище сказано інтенсивне споживання азоту рослинами розпочинається у фазу 6 – 7 листків та триває до фази наливання зерна, тому в нашому досліді ми провели диференційне внесення N_{48} та N_{80} у фазу 9 -10

листіків, дані у (табл. 3.1), ми спостерігаємо зміни вмісту різних форм азоту в ґрунті за рахунок диференційного внесення [56]

В умовах нашого дослідження шарі ґрунту (0 – 25 см) впродовж всього періоду вегетації кукурудзи встановлена перевага вмісту амонійної форми азоту над нітратною (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Вміст мінерального азоту на дерново – підзолистому ґрунті у (шар 0 – 25 см) у фазу 9 – 10 листків рослин кукурудзи, 2021 р.

Стан рослин (зона поля)	Варіант дослідження	Вміст в ґрунті, мг/кг		
		N- NH ₄ -	N- NO ₃ -	N _{мін.}
Не оптимальний	Без добрив (контроль)	9,80	6,20	16,0
	N 48	9,90	6,80	16,7
	N 80	10,2	7,10	17,3
Середній	Без добрив (контроль)	9,70	6,40	16,1
	N 48	9,80	6,50	16,3
	N 80	10,3	7,20	17,5
Оптимальний	Без добрив (контроль)	10,5	6,90	17,4
	N 48	10,8	7,50	18,3
	N 80	11,5	7,80	19,3

Слід зазначити що у фазу 9 – 10 листків коренева диференційоване підживлення азотними добривами добре вплинуло на вміст амонійного та нітратного азоту на всіх неоднорідних ділянках поля. Це сприяло активізації кореневої системи та активному наростанню вегетативної маси [57].

За отриманими результатами можна сказати, що диференційне внесення N 48 та N 80 за різного стану поля, підвищило вміст, як амонійної так і нітратної форми азоту на всіх ділянках досліджу, так найкращі показники амонійної та нітратної форми азоту ми отримали за оптимального стану поля та варіанту внесення N 80 – 11,5 мг/кг та 7,80 мг/кг. Найменші показники цих же форм азоту належать середньому стану поля та варіанту (контролю) – 9,70 мг/кг та 6,40 мг/кг [58].

Фосфор також є одним із трьох найважливіших елементів живлення рослин, але він не має такої швидкого засвоєння як азот або калій. Особливо він потрібний рослинам у дві фази росту та розвитку. Першою є початкова фаза коли інтенсивно проходить розвиток кореневої системи та пришвидшується ріст та розвиток. Він сприяє кращому енергообміну, входить до складу нуклеїнових кислот, сприяє нагромадженню вуглеводів, покращує фотосинтез, а також регулює процеси дихання рослин [59].

Фосфор дуже інтенсивно використовується рослинами при закладанні генеративних органів. Дефіцит цього елементу живлення дуже добре видно візуально: листки рослин змінюють колір від темно-зеленого до синювато-фіолетового або помаранчевого. Також може відбуватись невелика затримка у цвітінні та достиганні. Якщо не внести цей елемент живлення вчасно, то потім його нестачу не можна буде компенсувати пізнішими внесеннями. Також якщо кислотність ґрунту підвищена, то фосфор буде засвоюватися гірше, тому бажано на таких ґрунтах проводити вапнування. Також цей елемент погано засвоюється за низьких температур. Якщо весна затяжна та присутні низькі температури рослини погано будуть засвоювати цей елемент [60].

В умовах нашого досліджу додаткових диференційних підживлень фосфоромісних добривами ми не проводили, але нами проведені дослідження по визначенню рухомих сполук фосфору в ґрунті в залежності від різного стану поля (табл. 3.2).

НУБІП України

Таблиця 3.2
Вміст рухомих сполук фосфору у дерново-підзолистому ґрунті (шар 0 – 25 см) у фазу 9 – 10 листків рослин кукурудзи, 2021 р.

Стан рослин (зона поля)	Варіант дослідження	Вміст P ₂ O ₅ в ґрунті, мг/кг
Не оптимальний	Без добрив (контроль)	95,0
	N 48	94,0
Середній	N 80	90,0
	Без добрив (контроль)	97,0
	N 48	91,0
	N 80	95,0
Оптимальний	Без добрив (контроль)	96,0
	N 48	98,0
	N 80	99,0

Слід зазначити, що залежно від зони поля вміст в ґрунті коливався в межах 91,0 – 99,0 мг/кг. Найбільш високим він був в зоні поля де рослини мали оптимальний стан та за внесення КАС-32 (N 80), і які досягали 99,0 мг/кг ґрунту. Найменший показник нами встановлено в зоні середнього стану рослин із внесенням КАС-32 (N 48), який становив 91,0 мг/кг ґрунту.

Встановлено, що в зоні з неоптимальним станом рослин за внесення азоту у досліджувальних зонах характерна тенденція більш низького вмісту фосфору в ґрунті у фазу 9 – 10 листків кукурудзи. Це можливо пов'язано з більш інтенсивним використанням фосфору рослинами за оптимізації азотного живлення.

Отже, на більш бідних зонах поля (неоптимальний і середній) підживлення азотними добривами можливо стимулювало використання фосфорних сполук із дерново-підзолистого ґрунту.

3.2. Вміст макроелементів в рослинах кукурудзи за підживлення азотними добривами з використанням загального поділу поля

Зростання вмісту загального азоту має дуже важливе значення для якості та кількості врожаю, оскільки в зерні за рахунок відтоку із інших органів накопичується 55 – 65% від всього азоту. Решта 35 – 45% будуть надходити із коренів та ґрунту. Із збільшенням вмісту азоту у листках під час фази наливання зерна зростає надходження азоту до зерна.

Нами встановлено, що за різного стану поля, диференційне внесення азотних добрив у кількості N 48 та N 80, позитивно сприяло підвищенню вмісту азоту в сухій речовині у фазу 9 – 10 листків рослин кукурудзи (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Вміст загального азоту в рослинах кукурудзи у (% на суху речовину) у фазу 9 – 10 листків, 2021 р.

Стан рослин (зона поля)	Варіант дослідження	Вміст, %
Не оптимальний	Без добрив (контроль)	2,41
	N 48	2,26
	N 80	2,74
Середній	Без добрив (контроль)	2,39
	N 48	2,85
	N 80	2,84

Продовження таблиці 3.3

Оптимальний	Без добрив (контроль)	2,49
	N 48	2,79
	N 80	2,91

На рівень споживання азоту рослинами значною мірою впливає рівень інтенсивних фізіологічно-біохімічних процесів. На цей показник в цілому впливає також застосування добрив.

Проаналізувавши результати ми можемо зробити висновки про те, що у варіантах без застосування азотних добрив (контроль) не залежно від зони поля вміст азоту в рослинах кукурудзи коливався від 2,39 – 2,49%. При застосуванні КАС-32 цей показник в усіх зонах підвищився окрім варіанту із внесенням КАС-32 (N 48) в зоні з неоптимальним станом рослин. В ній він був найбільш низьким і становив 2,26%. Найкращий був показник характерний варіанту із внесення КАС-32 (N 80) у оптимальній зоні поля – 2,91%. В зоні із середнім станом рослин доза КАС не мала суттєвого значення. Вміст азоту в листках був майже однаковий і коливався в межах 2,84 – 2,85%.

Отже, внесення азоту у підживлення сприяло зростанню вмісту цього елемента в рослинах. З покращенням стартового стану рослин тенденція посилювалась.

Відомо, що фосфор дуже добре впливає на розвиток кореневої системи та бере активну участь у нагромадженні вуглеводів та процесах дихання рослин. Поглинання фосфору рослинами залежить від умов, які можна забезпечити такими прийомами, як додаткове внесення мікроелементів. В умовах нашого дослідження хоч і не проводилося підживлення фосфором добривами, але встановлена диференціація рослин за вмістом фосфору в листках залежно від зон поля (табл. 3.4) [61].

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 3.4

Вміст загального фосфору в рослинах кукурудзи у (% на суху речовину) у фазу 9 – 10 листків, 2021 р.

Стан рослин (зона поля)	Варіант дослідів	Вміст, %
Не оптимальний	Без добрив (контроль)	0,55
	N 48	0,61
	N 80	0,66
Середній	Без добрив (контроль)	0,60
	N 48	0,62
	N 80	0,65
Оптимальний	Без добрив (контроль)	0,66
	N 48	0,63
	N 80	0,67

Нами встановлено, що навіть за різного рівня стартового стану рослин різниця у показниках вмісту фосфору взагалі була не суттєвою і коливалась від 0,55 – 0,67% на суху речовину. Проте проявлялась певна тенденція щодо впливу азотних добрив, що вносилися у підживлення, на оптимізацію фосфорного живлення рослин, особливо з позиції стану рослин в певних зонах. У зонах з неоптимальним станом вона проявилась сильніше.

Висота рослин це одна із найбільш важливих морфометричних ознак, яка суттєво впливає на механізацію вирощування та збирання гібридів і визначає особливості адаптивності рослин кукурудзи до інтенсивних технологій. Висота рослин істотно залежить від групи стиглості гібридів їх генетичної структури, умов вирощування та може змінюватись за різної технології вирощування.

Саме вивчення залежності прояву висоти рослин у гібридів кукурудзи залежно від застосування позакоренових підживлень є необхідним та актуальним.

Площа листкової поверхні рослин є актуальним показником при вирощуванні кукурудзи. Формування високого врожаю кукурудзи є результатом фотосинтезу, у процесі якого із простих речовин утворюється багаті енергією складні і різноманітні за хімічним складом органічні сполуки. Як відомо, інтенсивність накопичення органічної речовини залежить від величини листкової поверхні, яка визначається біометричними параметрами рослин та значною мірою залежить від режиму їх живлення, а також тривалістю активної діяльності листя. Потужність асиміляційного апарату та тривалість його роботи є вирішальним фактором продуктивності фотосинтезу, який зумовлює кількісні та якісні показники врожаю [62].

Біометричні показники (висоти рослин, кількості листків на одній рослині та площі листкової поверхні) в нашому досліді спостерігається тенденція підвищення всіх вище сказаних показників в незалежності від зони поля, за рахунок диференційного кореневого підживлення у вигляді КАС-32 у кількості N 48 та N 80 (табл. 3.5) [63].

Біометричні показники рослин кукурудзи у фазу 9 – 10 листків, 2021 р.

Таблиця 3.5

Стан рослин (зона поля)	Варіант дослід	Висота рослин, см	Кількість листоків, шт./роsl.	Площа листкової поверхні, м ² /роsl.
Не оптимальний	Без добрив (контроль)	92,3	7,00	0,468
	N 48	85,3	8,00	0,486
	N 80	88,0	8,00	0,493

Продовження таблиці 3.5

Середній	Без добрив (контроль)	103	9,00	0,474
	N 48	113	10,0	0,483
Оптимальний	N 80	105	10,0	0,498
	Без добрив (контроль)	120	10,0	0,509
	N 48	119	10,0	0,539
	N 80	126	11,0	0,546

Нами встановлено чітку тенденцію зростання висоти рослин у бік збільшення від ділянки з неоптимальним станом рослин до ділянки з оптимальним. Так навіть без внесення КАС (контроль) цей показник змінювався з 92,3, 103 і до 120 см. Внесення КАС оптимізувало цей показник лише у зоні із середнім і оптимальним станом рослин. В першій до рівня 105 – 113 см, а в другій – до 126 см. В зоні із неоптимальним стартовим станом рослин азотні добрива не спрацювали на зміну цього показника. Проте в цій зоні позитивно вплинуло на кількість листків і площу листової поверхні, які за азотного підживлення підвищувались з 7,0 шт/росл. до 8,0 шт/росл. і з 0,468 м²/росл. до 0,493 м²/росл. відповідно. В середній зоні встановлена аналогічна тенденція, але з більш потужним ефектом кількість листків порівняно із контролем збільшилась до 10 шт/росл. а листовка площа з 0,474 до 0,498 м²/росл. Найбільш високі показники досягнуті в зоні із оптимальним стартовим станом рослин, особливо за використання N80 – 11,0 шт/росл. листків і 0,546 м²/росл. – площа листової поверхні.

Отже з покращання стартового стану рослин використання азотних підживлень обумовлювало найбільш позитивні зміни вищезазначених біометричних показників рослин кукурудзи.

3.3. Урожайність та структура врожаю кукурудзи на зерно за диференційованого підживлення азотними добривами в різних зонах поля

Урожайність кукурудзи є одним із найважливіших показників рентабельності вирощування цієї культури. Щоб забезпечити високі показники врожайності кукурудзи ми повинні правильно та точно провести всі агротехнічні прийоми та підібрати правильну технологію вирощування в тому числі і систему мінерального живлення [64].

Відомо, що умови та система живлення є визначальними показниками росту та розвитку рослин при формування врожаю в цілому. Згідно проведеного нами обліку врожаю гібриду кукурудзи можна зробити висновок про те, що стартовий стан рослин (зона поля) та диференційовані підживлення азотними добривами суттєво впливали на рівень врожайності культури (табл. 3.6).

Таблиця 3.6
Урожайність кукурудзи на зерно (т/га) за диференційованого підживлення азотними добривами (в різних зонах поля), 2021 р.

Варіант досліду	Зона поля (стан рослин)								
	Не оптимальний			Середній			Оптимальний		
	Урожайність, т/га	Приріст врожаю		Урожайність, т/га	Приріст врожаю		Урожайність, т/га	Приріст врожаю	
	т/га	т/га	%	т/га	т/га	%	т/га	т/га	%
Без добрив (контроль)	9,83	-	-	8,65	-	-	10,2	-	-
N 48	9,62	-	-	9,65	1,00	11,6	9,68	-	-
N 80	11,1	1,27	12,9	11,5	2,85	32,9	13,2	3,0	29,4

Нами встановлено досить суттєву різницю показника урожайності в різних зонах поля без внесення азоту у підживлення. Дефіцит елементів живлення в у ґрунті вплинув на урожайність. В зоні із неоптимальним станом рослин отримано 9,83 т/га, із середнім станом – 9,62 т/га. Показник урожайності

у зоні із оптимальним станом на 1,27 – 1,48 т/га переважав перші дві зони і досяг рівня 11,1 т/га. Зробимо висновок про те, що приріст врожаю залежав від зони поля і забезпечував додатковий прибуток підприємству у розмірі 10795

12580 грн/га. Тому виділення зон за станом рослин є дуже важливим для отримання високих врожаїв, а майбутньому і високого прибутку підприємству.

В зоні з неоптимальним станом рослин диференційоване внесення КАС-32 150 кг/га взагалі не мало позитивного впливу на урожайність. А навпаки обумовлювало її зменшення. Підвищення дози КАС-32 до рівня 250 кг/га, забезпечило приріст врожаю на рівні 0,39 т/га порівняно із контрольним варіантом (без добрив).

В зоні із середнім стартовим станом рослин диференційоване внесення азотних добрив, на мою думку не мало суттєвого впливу на врожайність кукурудзи. Показники врожайності у контролі не залежно від дози азоту коливались в межах 9,62 – 9,68 т/га. Різниця приросту становила 0,06 т/га. Це є не суттєвою різницею.

В зоні із оптимальним стартовим станом рослин диференційоване внесення азотних добрив забезпечило суттєвий вплив на приріст врожаю кукурудзи. Так показники урожайності у контролі досягли рівня 11,1 т/га, у варіанті з внесення КАС-32 150 кг/га показник збільшився до 11,5 т/га. І забезпечило приріст на 0,36 т/га. Збільшення дози КАС-32 до 250 кг/га обумовили різке суттєве збільшення цього показника до рівня 13,2 т/га. Приріст врожаю із збільшення норми внесення добрив досяг рівня 2,1 т/га.

Отже, стартовий стан рослин впливає на ефективність використання ними азоту, як із ґрунту так і добрив. Найбільш сильно ця тенденція проявлялась у зоні із оптимальним станом рослин, які позитивно реагували на внесення КАС-32 як в дозі 48 кг/га д.р. так і 80 кг/га д.р.

Структура врожаю для будь-якої сільськогосподарської культури має дуже важливе значення у визначенні того чи іншого фактора та прийому, який може

сильно по впливати на показники формування врожаю. Якщо ми знаємо чим можемо впливати на елементи структури врожаю, то ми можемо заздалегідь їх покращити, в тому числі і за рахунок внесення мінеральних добрив. Для

кукурудзи характерні такі елементи структури врожаю: кількість зерен у ряду, кількість рядів у початку, довжина самого початку, ступінь виповненості качана, а також маса 1000 зерен.

В умовах зони поля, де рослини кукурудзи характеризуються не оптимальним станом встановлено зростання маси 1000 зерен на 60 г., від варіанту (контролю), а також зростання довжини початку на 0,4 см (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Структура врожаю кукурудзи за диференційного внесення азотних добрив в зоні поля з неоптимальний станом рослин, 2021 р.

Показник	Варіант дослідю		
	Без добрив (контроль)	№ 48	№ 80
Довжина початку, см	16,5	16,8	16,9
Кількість рядів у початку, шт.	14	14	16
Кількість зерен у ряду, шт.	40	36	35
Ступінь виповненості початка, %	80	89	90
Маса 1000 зерен, г	320	320	380

За внесення N 80 у формі КАС-32 (250 кг/га) встановлена тенденція до зміни довжини початку від 16,5 до 16,9 см. Найбільша кількість зерен у ряду сформована у контролі - 40 шт., а найменша у варіанті з КАС-32 (250 кг/га) - 35 шт. Проте останній варіант мав тенденцію до суттєвого збільшення маси 1000 зерен з 320 до 380 г або на 18,8%. Внесення N 48 не обумовлювало зміни цього

показника порівняно із контролем. За внесення азоту у підживлення зростав ступінь виповненості початків з 80% до 89-90%.

В умовах зони поля, де рослини кукурудзи характеризувались середнім станом встановлено зростання довжини початка на 3,60 – 4,73% порівняно із неоптимальною зоною (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Структура врожаю кукурудзи на зерно за диференційованого внесення азотних добрив в зоні поля із середнім стартовим стоном рослин, 2021 р.

Показник	Варіант дослду		
	Без добрив (контроль)	N 48	N 80
Довжина початку, см	17,1	17,2	17,7
Кількість рядів у початку, шт.	16	14	16
Кількість зерен у ряду, шт.	31	36	33
Ступінь виповненості початка, %	86	90	94
Маса 1000 зерен, г	374	385	378

За внесення КАС-32 (250 кг/га) в цій зоні довжина початка змінилась із 17,1 см (у контролі) до 17,7 см. Збільшення довжини становило 0,6 см. Найбільшу кількість зерен в ряду формували рослини у варіанті з внесенням КАС-32 (150 кг/га) яка становила 36 шт. Внесення КАС-32 (250 кг/га) не забезпечувало суттєвого зростання цього показника порівняно із контролем.

Таку ж саму ситуацію ми можемо спостерігати із таким показником як маса 1000 зерен. Проте за внесення КАС-32 у дозі 150 кг/га вона зростає до 385 г. Це на 11,0г більше, ніж у контролі, та на 7,0 г ніж у варіанті з внесення КАС-32 у дозі 250 кг/га.

Отже, на ділянці із середнім станом рослин диференційоване підживлення азотними добривами мало менший вплив на основні показники структури врожаю, ніж у зоні з неоптимальним стартовим станом рослин кукурудзи.

В зоні з оптимальним стартовим станом рослин навіть без внесення КАС-32 встановлено суттєве збільшення довжини початка порівняно до інших ділянок досліду, яке становило від 1,4 до 2,0 см (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Структура врожаю кукурудзи за диференційованого внесення азотних добрив в зоні поля із оптимальним станом рослин, 2021 р.

Показник	Варіант досліду		
	Без добрив (контроль)	N 48	N 80
Довжина початку, см	18,5	18,9	19,3
Кількість рядів у початку, шт.	16	16	18
Кількість зерен у ряду, шт.	32	36	36
Ступінь виповненості початка, %	89	97	95
Маса 1000 зерен, г	400	370	390

Внесення КАС-32 в цій зоні обумовлювало не значну тенденцію до збільшення розміру початка. Вона коливалася від 18,5 до 19,3 см із різницею у 0,8 см. За внесення КАС-32 (250кг/га) встановлено збільшення кількості рядів у початку. Кількість зерен у ряду коливалася від 32 – 36 шт. Найкращі показники зафіксовані у варіантах з внесення КАС-32 (150 кг/га) та КАС-32 (250 кг/га). Вони досягли рівня 36 насінин у ряду. Використання азотних підживлень не вплинуло суттєво на масу 1000 зерен, в цій зоні. Рослини із варіантів з

добривами навіть не суттєво поступалися контролю, але переважали його за ступенем виконаності початків на 6,0 – 8,0%.

Отже, в умовах різних за стартовим станом рослин ділянок поля та диференціації доз внесення азотних добрив найкращі елементи структури врожаю мали наступні варіанти.

а) за довжиною початка – переважав варіант з внесенням КАС-32 (250 кг/га) в зоні з оптимальним станом рослин становив 19,3 см;

б) за кількістю рядів у початку також перевагу мав вищезазначений варіант з показником 18 рядів;

в) за кількістю зерен у ряду перевагу мав контроль у зоні з неоптимальним стартовим станом рослин з показником 40 шт.

г) найвищий ступінь виконаності початка забезпечувало внесення N 48 та N 80 в зоні з оптимальним станом рослин, який становив 0,5 – 0,7%.

д) найбільшу масу 1000 зерен формували рослини контролю на ділянці із оптимальним стартовим станом рослин – 400 г.

3.4. Вплив диференційного підживлення азотом на показники якості зерна кукурудзи

Енергетичну, харчову та поживну цінність зерна будь-якої культури визначає рівень основних біохімічних показників – вміст крохмалю, білку та жиру. Оскільки кукурудза – одна з основних кормових культур, важливим є показник вмісту білку, який містить незамінні амінокислоти – триптофан та лізин. Цінність цієї культури не обмежується її кормовими якостями. Кукурудза – важлива продовольча культура. Із зерна кукурудзи на сьогодні виробляється майже 80% крохмалю, з якого отримують різні сорти патоки, кристалічну декстрозу, цукровий сироп. На рівень основних біохімічних показників суттєво впливають не тільки особливості гібриду, а й умови вирощування рослин, зокрема система застосування добрив [65].

НУБІП УКРАЇНИ

Нами, встановлено, що за різного стартового стану рослин та диференційованого підживлення азотними добривами вміст крохмалю коливався в межах від 60,8–62,1% (табл. 3.10) цей показник є доволі низьким, як для такого гібриду.

НУБІП УКРАЇНИ Таблиця 3.10

Вплив диференційованого підживлення азотними добривами в різних зонах поля на показники якості зерна кукурудзи, 2021 р.

Стан рослин (зона поля)	Варіант дослід	Вміст, %	
		крохмалю, %	білку, %
Не оптимальний	Без добрив (контроль)	61,0	6,92
	N 48	60,8	7,02
	N 80	61,2	7,08
Середній	Без добрив (контроль)	61,2	7,05
	N 48	61,4	7,03
	N 80	61,6	7,26
Оптимальний	Без добрив (контроль)	61,4	7,25
	N 48	61,8	7,47
	N 80	62,1	7,59

НУБІП УКРАЇНИ

Найменші показники ми отримали на ділянках із неоптимальним станом рослин за внесення КАС-32(150 кг/га) – 60,8 %, а найбільші на ділянках із оптимальним станом – за внесення КАС-32(250 кг/га) – 62,1%.

Використання азотних добрив у підживлення на ділянці із неоптимальним станом рослин не обумовлювало суттєвого підвищення цього показника. На середній та оптимальній ділянці підвищення обумовлювалося на рівні 0,3 – 0,4%.

Відносно вмісту білку, то прослідковувалася тенденція до його збільшення в усіх ділянках (зонах) досліді. Проте найбільш сильний її прояв виявлено у зоні із оптимальним стартовим станом рослин кукурудзи, де приріст становив 0,34 – 0,51 % порівняно із зоною, де рослини мали неоптимальний стан.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ВНЕСЕННЯ АЗОТУ У ПІДЖИВЛЕННЯ КУКУРУДЗИ

За обсягами виробництва кукурудза на зерно залишається лідером вітчизняного рослинництва. Аграрії віддають перевагу цій культурі незалежно від розміру підприємства. Кукурудзу вирощують великі компанії та малі фермерські господарства. Вона приваблює господарників постійним попитом на внутрішньому та світовому ринках, доступність сучасних технологій, що забезпечують високу врожайність за помірних виробничих витрат [66].

Виробництво зерна кукурудзи є важливою складовою усього зернового господарства України. Її сучасне народногосподарське значення і, зокрема, забезпечення надійного зернофуражного балансу не має альтернативи. Ця культура значною мірою визначає не тільки економічний стан тваринництва, але й зернової галузі в цілому. В її виробництві також зацікавлені галузі харчової, переробної, медичної, мікробіологічної промисловості, а також і паливно-енергетичний сектор держави, оскільки зерно цієї культури є високоенергетичною сировиною для промислового виробництва біоетанолу та інших паливних матеріалів [66].

Запровадивши нові агротехнології, виробники можуть отримувати високі врожаї та валові збори зерна. Та варто наголосити: поряд зі збільшенням урожайності культури та площі посівів, технологія вирощування культури залишається енергомісткою. Тому одним із напрямків економії ресурсів є правильний підбір гібридів і норми добрив [66].

Застосування навіть найпростіших елементів точного землеробства у поєднанні із сучасними посівними агрегатами й тракторами, що обладнані системами автоматичного володіння, дає змогу підвищити рентабельність вирощування кукурудзи від 5 до 10%. Якщо ж підемо далі й рік за роком впроваджуватиме більш складні елементи, повноцінний аналіз ґрунту на

забезпеченість елементами живлення та диференційоване внесення добрив, то можемо розрахувати на набагато вищі показники рентабельності [56].

Отримані дані дають нам підстави зробити висновок про те, що ефективність вирощування кукурудзи на зерно залежить від зони поля (табл. 4.1).

В першу чергу це позначається на вартості врожаю. Наприклад в зоні із оптимальним станом рослин цей показник коливається в межах 81857 – 97288 грн./га, а в зоні із середнім станом він був лише в інтервалі 70688 – 71129 грн./га. На ділянці полі із неоптимальним стартовим станом рослин цей діапазон був ширшим – 63560 – 75097 грн./га.

Внесення азотних добрив в цілому позитивно позначалося на вартості врожаю, але на ділянці із середнім станом рослин різниця була в несуттєвих межах. Найбільш чітко ця тенденція прослідковувалася в зоні з оптимальним станом рослин порівняно із контролем (без добрив) застосування N 48 у формі КАС-32 обумовлювало зростання цього показника на 2645 грн./га, а N 80 – на 15431 грн./га.

Найбільш дохід було також отримано в зоні із оптимальним станом рослин, а саме + 53035 – 66519 грн./га, а найменший в зоні із середнім станом + 40432 – 41866 грн./га. Застосування азотних добрив найбільш ефективним було в оптимальній за станом рослин зоні. За внесенням N 80 дохід зріс на 13556 грн./га порівняно із контролем (без добрив). В зоні із середнім станом рослин від застосування добрив доходу не отримали.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність диференційованого підживлення азотними добривами вирощування кукурудзи на зерно в різних зонах поля, 2021 р.

Стан рослин (зона поля)	Варіанти підживлення	Урожайність, т/га	Вартість врожаю, грн./га	Виробничі витрати, грн./га	Дохід, грн./га	Собівартість, грн./т	Рівень рентабельності , %
Не оптимальний	Без добрив (контроль)	9,83	72230	28821	43409	2932	151
	N 48	8,65	63560	29946	33614	3462	112
	N 80	10,2	75097	30696	44400	3004	145
Середній	Без добрив (контроль)	9,62	70688	28821	41866	2996	145
	N 48	9,65	70908	29946	40962	3105	137
	N 80	9,68	71129	30696	40432	3171	132
Оптимальний	Без добрив (контроль)	11,1	81857	28821	53035	2587	192
	N 48	11,5	84502	29946	54538	2606	182
	N 80	13,2	97288	30696	66591	2319	217

Слід зазначити, що вирощування кукурудзи на зерно не залежно від зони було рентабельним. Так в зоні з неоптимальним станом рослин рівень рентабельності коливається в межах 112 – 151%, середнім станом – 137 – 145%, а оптимальним – 182 – 217%. За цим показником внесення азоту було рентабельним порівняно із без його застосування лише в зоні з оптимальним станом рослин. Цей показник у варіанті із N 80 переважав контроль у 1,13 разів. Це пов'язано із вартістю азотних добрив.

В зоні із оптимальним станом рослин отримано найменшу собівартість 1т зерна кукурудзи. Вона була в межах 2319 – 2606 грн./т. В середній за станом рослин в зоні цей показник був в діапазоні 2996 – 3171 грн./т, а зоні із неоптимальним станом – 2932 – 3462 грн./т.

Застосування азотних добрив не завжди обумовлювало зниження собівартості. Так у неоптимальній зоні вона зростала з 2932 до 3462 грн./т, в середній – з 2996 до 3171 грн./т. Лише в зоні з оптимальним станом рослин за внесення N 80 собівартість знижувалась з 2587 до 2319 грн./т.

Отже, найбільш економічно привабливим є вирощування кукурудзи на зерно в зоні із оптимальним стартовим розвитком рослин за внесення у кореневе підживлення КАС-32 у дозі N 80 у фазу 9 – 10 листків.

ВИСНОВОК

Проведені дослідження по вивченню ефективності диференційованого внесення азотних добрив у кореневе підживлення кукурудзи в різних за станом рослин зонах дозволило зробити наступні висновки:

1. Диференційоване підживлення КАС-32 у фазу 9 – 10 листків не залежно від дози позитивно вплинуло на поглинання азоту рослинами. Так на ділянці із неоптимальним станом рослин цей показник порівняно із контролем (без добрив) збільшився на 0,33%. В зоні із середнім станом рослин збільшення становило 0,45%, а із оптимальним – накопичення азоту збільшилося на 0,42%.

2. Диференційоване внесення азотних добрив у підживлення у формі КАС-32 позитивно вплинуло на формування врожаю особливо в дозі N 80. Так в зоні з неоптимальним стартовим розвитком рослин кукурудзи урожайність зросла на 1,27 т/га, з середнім станом – на 2,85 т/га, а з оптимальним – на 3,0 т/га. По відношенню до дози N 48 чітких тенденцій не виявлено.

3. Найкращі показники структури врожаю переважають у наступних варіантах: за довжиною початка – переважав варіант з внесенням КАС-32 (250 кг/га) в зоні з оптимальним станом рослин становив 19,3 см. За кількістю рядів у початку також перевагу мав вищезазначений варіант з показником 18 рядів. За кількістю зерен у ряду перевагу мав контроль у зоні з неоптимальним стартовим станом рослин з показником 40 шт. Найвищий ступінь виповненості початка забезпечувало внесення N 48 та N 80 в зоні з оптимальним станом рослин, який становив 0,5 – 0,7%. Найбільшу масу 1000 зерен формували рослини контролю на ділянці із оптимальним стартовим станом рослин – 400 г.

4. Найбільш економічно привабливим є вирощування кукурудзи на зерно в зоні із оптимальним стартовим розвитком рослин за внесення у кореневе підживлення КАС-32 у дозі N 80 у фазу 9 – 10 листків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Журнал «Агроном» №2 (58) лютий – 2018 – с.131-134.
2. В.П. Гуздь, І.Д. Примак, Ю.В. Будьонний. Землеробство..Урожай. 1996.- с.86.
3. Бойко О.В. Механізований догляд за посівами//Механізація вирощування сільськогосподарських культур-2004.-№5.-с.14-17.
4. Основи земледілення и растениеводства/В.С. Косинський, В.С. Никляев, В.В. Ткачев, А.А. Сучилина; По ред.. В.С. Никляева. – 3 изд., перераб. И доп.- М.: Агропромиздат,1990. – 479.
5. Грушка Я. Монографія о кукурудзе. Перевод с чеського.-М.:Колос,1965.-с. 747.
6. Варасова Н.Н.,Шустова А.П.,Физиология растений,-Л., «Колос»,-1969,- с. 225.
7. Растениеводство/С.М. Бугай.:1963.: - 98 с.
8. Растениеводство/ Н.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов,.; Под. ред. Н.П. Вавилова. – 5 изд., перераб. И доп. – М. Агропромиздат, 1968. – 512 с.
9. Алтухова Т.В. Ефективність застосування різних гербицидів в посівах кукурудзи на зерно, // Кукурудза и сорго.-2005.-№2.-с. 20-22.
- 10.Зайцев О.,Ковальов В. Використання сучасних гібридів кукурудзи від агрофірми «Саді України» - ретельний шлях отримання високих урожаїв//Пропозиція.-2013.-№1.- с. 14-15.
- 11.Марчук І.У.,Макаренко В.М.,Розтальний В.Є.,Савчук А.В. Добрива та їх використання.-К.:,2002.- с. 245.
- 12.Основи агрономии/Л.В. Ковель, О.О.Штанникова. – 1989./-282 с.
13. Бойко О.В. Механізований догляд за посівами // Механізація вирощування сільськогосподарських культур – 2004.-№5. – С.14-17
- 14.Журнал Агроном №3 (65) серпень – 2019 – с. 130-135.
15. Грушка Я. Монографія про кукурудзу. Переклад з чешкої. – М: Колос, 1965.- 747с.
16. Журнал Агроном №2 (58) лютий – 2018 – с. 121 – 134

17. Зайцев О., Ковальов В. Використання сучасних гібридів кукурудзи від агрофірми «Сади України» - реальний шлях отримання високих врожаїв// Пропозиція. – 2003. - №1 – С. 14-15

18. <https://superagronom.com/articles/203-viznachennya-vmistu-fosforu-y-kaliyu-v-tkaninah-kukurudzi-ta-soyi>

19. Агафонов Д.А., Самлин Л.И., Шущарина Л.Т. Влияние удобрений на урожай и качество зеленой массы кукурузы// Кукуруза и сорго - 2000, №3. – 6-8

20. Геологія з основами мінералогії: Навч. Посібник / Д.Г. Тиховенко. Та ін.. За ред. Проф. Д.Г. Тиховенка. - К.: Вища школа, 2003. - 287с.

21. Бойко П.І. Кукурудза в основних сівозмінах. К.: Урожай, 1990. 144 с.

22. Зінченко О.І., Січкач А.О., Дзюган М.Т., Заєць А.І., Полежаєв Д.О. Біологічно-екологічні основи вирощування змішаних посівів кукурудзи на силос з високобілковими посівами. Зб. Наук.пр. Уманський СГВ: міжнародний симпозіум. «Агро-екологічні і економічні проблеми хімізації АПК України» Київ: Нова принт 1997. С. 42-43.

23. Плиний Старший. О сельском хозяйстве. Естественная история. М.-Л.: Огизсельхозгиз, 1937. С. 12-18.

24. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А.. Рослинництво. Київ: Аграрна Освіта, 2001. 591с.

25. Бегей С.В. Проміжні культури в інтенсивному землеробстві: монографія. Львів: Світ, 1992. 160с.

26. Гетьман Н.Я., Петриченко В.Ф., Квітко Г.П., Агробіологічні підходи до інтенсифікації польового кормовиробництва в Україні. Корми і кормовиробництво. 2008. Вип. 60. с 3-13

27. https://vpoli.ua/onlinedopomoga/questions/kukuruza/fao_kukuruzy_cho_eto_kak_vybrat_gibrid_kukuruzy_po_fao/

28. Журнал «Агробізнес Сьогодні» №11 (450) червень 2021.-с.49-52.

29. Журнал «Агроном» №3 (69) серпень 2020.-с 126 – 129.

30. <https://superagronom.com/slovník-agronoma/tochne-zemlerobstvo-id18871>

31. <https://tech-farming.com/zroshennya-kukurudzi-2/>.

32. Агрохімія : підручник / Г.М. Господаренко. – К.: Аграрна освіта, 2013. – 406с.

33. <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-schodni/item/22021-zreshennia-posiviv-kukurudzy-staie-hostroiu-neobkhdnistiu.html>.

<https://bizontech.ua/blog/tekhnologiya-viroshchuvannya-kukuruzi-na-zerno>.

34. <https://propozitsiya.com/ua/vyrashchivanie-kukuruzi-na-kapelnom-oroшенii-v-usloviyah-yuzhnoy-stepi-ukrainy>.

35. <https://superagronom.com/articles/27-lokalno-strichkove-diferentsiyovane-vnesennya-dobriv>

36. Журнал «Агробізнес Сьогодні» №7 (398) квітень 2019. - с.34-37.

37. Журнал «Пропозиція» №3. -2021. - с.32-33.

38. <http://uceg.com.ua/services/dlya-tochnogo-zemlerobstva>

39. <https://btu-center.com/publication/uknow/chomu-kukurudza-potrebu-mikorizatsii/>.

40. <https://agrotimes.ua/article/dopomogty-vystoyaty/>

41. Журнал «Агробізнес Сьогодні» №8 (423) квітень 2020. - с.41-42.

42. [http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/11724-](http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/11724-dyferentsiiovane-vnesennia-dobryv-instrument-realizatsii-danykh-analizu-gruntu.html)

[dyferentsiiovane-vnesennia-dobryv-instrument-realizatsii-danykh-analizu-gruntu.html](http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/11724-dyferentsiiovane-vnesennia-dobryv-instrument-realizatsii-danykh-analizu-gruntu.html)

43. Журнал «Майстерня Аграрія» №1. -квітень 2017. - с.8-11.

44. <https://agrobiogas.com.ua/biogas-from-straw/>.

45. <https://www.agrilab.ua/dyferentsijovane-vnesennya-azotnyh-dobryv-na-polyvnyh-zemlyah/>

46. <http://eurowine.com.ua/?q=node/21301>.

47. Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні. Аналітична записка БАУ №7.

48. Журнал «Агрономія Сьогодні». -Кормовиробництво. -2016. -с.47-50.

49. Журнал «агрономія Сьогодні». -Кормовиробництво. -2016. -с.51-57.

50. Журнал «Агроном» №3 (69) серпень. -2020. -с.118-120.

51. Журнал «Агроном» №1(47) лютий. -2015. -с. 122-130.

52. Журнал «Агроном» №3 (53). -серпень.-2016.-с.106-113.

53. Журнал «Агробізнес Сьогодні» №11(426) червень.-2020.-с.34-35.

54. <https://bizontech.ua/blog/tehnologiya-viroshchuvannya-kukuruzi-na-zerno>.

55. <https://superagronom.com/pesticidi-gerbicidi/miladar-duo-fabrika-agrohimikativ-id6832>.

56. <https://www.agronom.com.ua/yake-dobryvo-najkrashhe-pidhodyt-dlya-kukurudzy/>.

57. <https://agroportal.ua/ua/special-projects/tehnologiya-pitaniya-kukuruzi-kak-poluchit-naivyšshuyu-effektivnost/>.

58. <https://www.syngenta.ua/news/kukurudza/tehnologiya-viroshchuvannya-kukurudzi>.

59. Агрохімічний аналіз: Підручник / М.М. Городній, А.П. Лісовал, А.В. Бикін та ін./ За ред. М.М. Городній. – 2-е видання. – К.: Арістей, 2005 – 475с.

60. Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А. Класифікація ґрунтів України/За ред. М.І. Полупана. – К.: Аграрна наука, 2005. -с.224-225.

61. М.Ф. Бережнюк, В.М.Козак, С.М.Бережнюк, І.У. Марчук. Навчальне видання Агрофізика/.-2016.-с.221.

62. <https://propozitsiya.com/ua/ekonomika-kukurudzi-na-zerno-v-ukrayini>.

63. <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-shehodi/item/15669-ekonomichni-perevahy-tochnoho-zemlerobstva-u-vyroshchuvanni-kukurudzy.html>.

64. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Agronomija/article/download/10864/9508>

65. <http://repository.vsau.org/getfile.php/16410.pdf>

66. https://revolution.allbest.ru/agriculture/01207616_0.html