

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра селекції та насінництва імені проф. М. Д. Гончарова

Допущено до захисту
Завідувач кафедри селекції та
насінництва імені проф. М. Д.
Гончарова Собран І.В. _____
« ____ » _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ОС «МАГІСТР»

на тему: «ВПЛИВ РІЗНИХ НОРМ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА
ВРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ РОМЕНСЬКОГО
РАЙОНУ»

за спеціальністю 201 «Агрономія»

Виконав: Андрійченко Вікторія Юріївна

Група ЗАГР 2202м

Керівник: Собран Іван Васильович

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та природокористування

Кафедра селекції та насінництва імені проф. М. Д. Гончарова

Освітній ступінь - "Магістр"
Спеціальність – 201 "Агрономія"

“ЗАТВЕРДЖУЮ”:
Завідувач кафедри
Оничко В.І.
" ____ " _____ 202_ р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
Андрійченко Вікторія Юрївна
ПІБ студента

1. Тема роботи " Вплив різних норм мінерального живлення на врожайність гібридів кукурудзи в умовах роменського району "

Затверджено наказом по університету від " ____ " _____ 202__ р. №

2. Термін здачі студентом закінченої роботи на кафедру ____ .

3. Вихідні дані до роботи:

- *місце проведення досліджень:* ТОВ "МХП "Урожайна країна" Роменського району Сумської області.

- *методичне забезпечення:* «Методичні рекомендації щодо проведення польових дослідів із кукурудзою», «Методика Державного сортопробування»

- *схеми досліду:*

Варіант 1 контроль без добрив

Варіант 2 N₉₀P₇₀K₇₀.

Варіант 3 N₁₂₀P₁₀₀K₁₀₀

Варіант 4 N₁₂₀P₁₃₀K₁₃₀

Повторність триразова

4. Перелік завдань, які будуть виконуватися в роботі:

- вивчити вплив мінеральних добрив на агрохімічні властивості ґрунту;

- дослідити вплив удобрення на проходження фенологічних фаз росту і розвитку кукурудзи;

- вивчити вплив удобрення на урожай та якість зерна;

Керівник кваліфікаційної роботи: Собран І.В.

Завдання прийняв до виконання Андрійченко В.Ю.

Дата отримання завдання « ____ » _____ 2024 р.

АНОТАЦІЯ

Андрійченко В.Ю. «Вплив різних норм мінерального живлення на врожайність гібридів кукурудзи в умовах Роменського району»

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю (201 – Агрономія). Сумський національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Суми, 2024.

Дослідження впливу мінерального удобрення на врожайність і якість зерна кукурудзи в умовах Північно-Східного Лісостепу показало, що раціональне використання добрив позитивно впливає на стан ґрунту, розвиток рослин і продуктивність культури.

Застосування мінеральних добрив суттєво покращувало агрохімічні властивості ґрунту. Зокрема, збалансовані норми, такі як N120P130K130 із підживленням N30, сприяли зростанню вмісту азоту, фосфору та калію в орному шарі, що забезпечувало рослини необхідними поживними речовинами протягом усього вегетаційного періоду. Це не лише підвищувало родючість ґрунту, а й створювало сприятливі умови для активності ґрунтових мікроорганізмів.

Мінеральне удобрення також впливало на ріст і розвиток кукурудзи. Внесення добрив подовжувало вегетаційний період рослин і сприяло їх більш інтенсивному росту. Рослини на удобрених ділянках досягали більшої висоти, формували потужнішу кореневу систему та накопичували більше біомаси. Строки проходження фенологічних фаз, таких як викидання волоті та молочно-воскова стиглість, змінювалися залежно від рівня удобрення, що дозволяло кукурудзі краще адаптуватися до умов вирощування.

Щодо врожайності, найбільші показники досягнуто за внесення добрив у нормі N120P130K130 із підживленням N30. Середній урожай за два роки становив 5,80 т/га, що на 47% більше порівняно з контролем (без добрив). У 2023 році врожайність була вищою завдяки сприятливим погодним умовам, що свідчить про важливість оптимального поєднання агротехнічних заходів і природних факторів.

Якість зерна також покращувалася при застосуванні мінеральних добрив. Вміст сирого протеїну зріс із 7,5% у контрольному варіанті до 12,3% за максимального рівня удобрення, що є важливим показником для виробництва кормів. Водночас відзначалося незначне зниження вмісту крохмалю через збільшення білкової складової.

Загалом, результати дослідження підтвердили ефективність мінерального удобрення у підвищенні врожайності та якості зерна кукурудзи. Найкращі результати були досягнуті за збалансованого внесення добрив, що забезпечувало стійкий розвиток культури та високу продуктивність, особливо в умовах інтенсивного землеробства.

ANNOTATION

Andriychenko V.Y. "Influence of different norms of mineral nutrition on the yield of maize hybrids in the conditions of Romny district"

Qualification work for the degree of master's degree in specialty (201 - Agronomy). Sumy National Agrarian University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Sumy, 2024.

The study of the influence of mineral fertilizer on the yield and quality of corn grain in the conditions of the Northeastern Forest-Steppe showed that the rational use of fertilizers has a positive effect on soil condition, plant development and crop productivity.

The use of mineral fertilizers significantly improved the agrochemical properties of the soil. In particular, balanced rates such as N120P130K130 with N30 fertilization contributed to an increase in the content of nitrogen, phosphorus and potassium in the topsoil, which provided plants with the necessary nutrients throughout the growing season. This not only increased soil fertility but also created favorable conditions for soil microorganisms.

Mineral fertilization also affected the growth and development of corn. Fertilization extended the growing season of plants and contributed to their more intensive growth. Plants in fertilized areas reached a higher height, formed a more powerful root system and accumulated more biomass. The timing of phenological phases, such as panicle ejection and milk-wax ripeness, varied depending on the level of fertilization, which allowed corn to better adapt to growing conditions.

In terms of yield, the highest yields were achieved when fertilizers were applied at the rate of N120P130K130 with N30 fertilization. The average yield for the two years was 5.80 t/ha, which is 47% more than the control (without fertilizers). In 2023, the yield was higher due to favorable weather conditions, which indicates the importance of an optimal combination of agrotechnical measures and natural factors.

Grain quality also improved with the use of mineral fertilizers. The crude protein content increased from 7.5% in the control variant to 12.3% at the maximum fertilizer level, which is an important indicator for feed production. At the same time, there was a slight decrease in starch content due to an increase in the protein component.

In general, the results of the study confirmed the effectiveness of mineral fertilizer in increasing the yield and quality of corn grain. The best results were achieved with a balanced fertilizer application, which ensured sustainable crop development and high productivity, especially under intensive farming conditions.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. КУКУРУДЗА НА ЗЕРНО У ПІВНІЧНО-СХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ ТА ЇЇ УДОБРЕННЯ	
(Огляд літератури)	9
1.1. Особливості ростових процесів кукурудзи	9
1.2. Удобрення та підживлення кукурудзи на зерно на різних типах ґрунту	13
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПРИРОДНІ УМОВИ ПІВНІЧНО- ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ	18
2.1. Умови проведення досліджень	18
2.2. Схема та методика проведення досліджень	21
2.3. Агротехніка вирощування кукурудзи на зерно	22
2.4. Характеристика гібрида кукурудзи на зерно СІ ПАНДОРАС (ФАО 250)	24
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ УДОБРЕННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ	
(результати досліджень)	26
3.1. Зміни агрохімічних властивостей ґрунту під впливом мінеральних добрив	26
3.2. Вплив змінних доз добрив на ростові процеси кукурудзи	28
3.3. Вплив удобрення на врожайність зерна кукурудзи	30
3.4. Вплив норми удобрення на якість	33
ВИСНОВКИ	36
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	37
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	38
ДОДАТОК	43

ВСТУП

Кукурудза (*Zea mays* L.) є популярною зерною, кормовою та технічною культурою, що відрізняється універсальністю щодо зон вирощування та високим врожаєм. Її зерно є цінним концентрованим кормом для всіх сільськогосподарських тварин і птахів.

Кукурудза також використовується як харчова культура. З її зерна виготовляють борошно, крупи, пластівці та інші продукти. Крім того, зерно кукурудзи є сировиною для виробництва спирту, крохмалю та глюкози. І стебла, і лущиння качанів використовуються для виготовлення паперу, клею, фарб та синтетичної смоли.

Вирощування кукурудзи також має велике організаційне та економічне значення. Оскільки кукурудзяне поле сіють і збирають пізніше піків сезону, порівняно з іншими ярими культурами. Це дозволяє краще використовувати робочу силу та сільськогосподарську техніку.

Лідерами світового виробництва кукурудзи є США, Китай, Бразилія, ЄС, Аргентина та Україна. Вони посіють понад половину світових площ. Лідерство США з виробництва кукурудзи пояснюється високою врожайністю, яка 2020 року становила 10,5 т/га. Загалом американські фермери зібрали 406 млн тонн зерна, що становить близько 34% світового виробництва, причому найбільше виробників кукурудзи мають Айова, Іллінойс та Небраска.

Китай займає друге місце у виробництві кукурудзи через значні площі. У 2019 році китайські фермери зібрали 260 мільйонів тонн зерна з площі 41 мільйон гектарів. У Бразилії під кукурудзу було відведено 18,1 млн га та зібрано 101 млн тонн зерна.

Для отримання високого врожаю важливо вносити оптимальні норми добрива. Оскільки період вегетації цієї культури тривалий, кукурудза використовує поживні речовини більше, ніж інші види зернових. Правильне внесення мінеральних добрив збільшує врожайність та покращує якість зерна. Потреба в мінеральних добривах залежить від якості ґрунту. Проте, на чорноземі опідзоленому Лісостепу Рівненщини питання удобрення зернової кукурудзи вивчені недостатньо.

Метою наших досліджень було порівняти норми внесення мінеральних добрив для максимальної реалізації біопотенціалу гібриду кукурудзи і розробити їх оптимальні дози на в умовах Північно-східного Лісостепу України.

Для досягнення вказаної мети необхідно було вирішити такі завдання:

- ✓ вивчити літературні джерела з теми роботи;
- ✓ вивчити вплив мінеральних добрив на агрохімічні властивості ґрунту;
- ✓ дослідити вплив удобрення на проходження фенологічних фаз росту і розвитку кукурудзи;
- ✓ вивчити вплив удобрення на урожай та якість зерна;

Об'єктом дослідження є дози мінеральних добрив, внесені під кукурудзу.

Предмет дослідження – агрокліматичні фактори й технологічні прийоми формування врожаю і якості зерна кукурудзи під впливом різних норм удобрення, закономірності і взаємозалежності показників росту, розвитку та продуктивності культури.

Новизна роботи полягає у тому, що вперше в умовах Роменського району, де панують чорноземні опідзолені легкосуглинкові ґрунти та культивується культура кукурудза гібриду СІ ПАНДОРАС (ФАО 250), отримано наукове обґрунтування раціональних норм її удобрення.

Розділ I

КУКУРУДЗА НА ЗЕРНО У ПІВНІЧНО-СХІДНОМ ЛІСОСТЕПУ ТА ЇЇ УДОБРЕННЯ (огляд літератури)

1.1. Особливості ростових процесів кукурудзи

Кукурудза (*Zea mays* L.) - це злакова культура яка вирощується як однорічна рослина. В процесі генетичного відбору сучасні гібриди кукурудзи були заселені в 17 столітті. Вони значно відрізняється від тих, що вирощувалися в Америці в XVII столітті. Існує понад семисот сортів і гібридів культурної кукурудзи, які діляться на 7 видів[18, 19, 20, 34, 40].

Відомо 8 стадій росту кукурудзи. Перерахуємо основні етапи органогенезу кукурудзи (рис. 1). 1.1) [20]:

1. Проростання – початок розвитку насінини, коли вона починає проростати та утворюється корінець (ембріональний корінь).
2. Поява сходів – проростаюча рослина досягає поверхні ґрунту, з'являються перші листочки.
3. Фаза 2 листків – формуються перші справжні листки, які починають здійснювати фотосинтез.
4. Фаза 4-5 листків – рослина активно розвивається, утворюються нові листки, коренева система активно росте.
5. Фаза 6-7 листків – рослина починає закладати меристеми для розвитку волоті (репродуктивного органу).

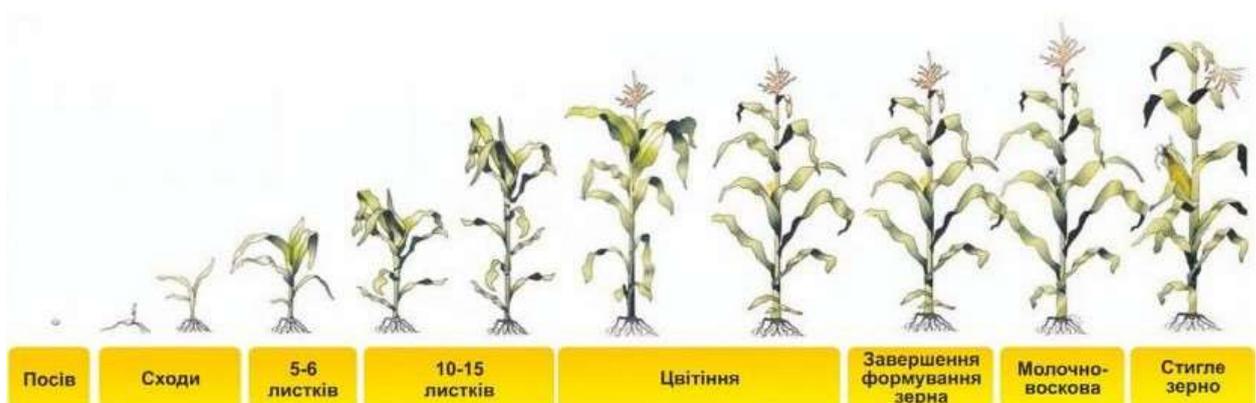


Рис. 1.1. Основні етапи органогенезу кукурудзи

6. Викидання волоті – утворення репродуктивних органів рослини.
7. Цвітіння – відбувається запилення кукурудзи, коли пилок з чоловічої частини (волоть) потрапляє на жіночі органи (черешки).
8. Формування та досягання качанів – після запилення починається розвиток зерна в качанах, які згодом досягають зрілості.

Рослини, що ростуть у бореальних лісах і степовому кліматі, піддаються впливу низки несприятливих умов. Їх можна розділити на річні та фактори росту. Ці впливи характеризуються нерівномірним просторовим розподілом протягом року, що зменшує можливість їх прогнозування та протидіяти їм [4, 8, 13, 17].

Кукурудза - це яра культура. Тому в жовтні на неї впливають несприятливі фактори, які виникають взимку. До них відносяться глибокі морози, структура ґрунту та накопичення вологи. Особливо помітним є вплив поживних факторів, які виникають під час вегетації. До таких факторів належать атмосферна та ґрунтова посуха, тривалі надмірні опади, нестача сонячного світла і тепла, заморозки, швидке зменшення вегетаційного періоду, град, повені, бурі та сильні вітри [20, 21, 34, 41].

Шкідливі фактори впливають на посіви прямо або опосередковано. Проявлення прямого впливу можна спостерігати у вигляді специфічних пошкоджень рослин, таких як пошкодження градом і морозом, укриття рослин і перезволоження.

Кукурудза є одною із важливих культурою завдяки своїй універсальності. Її роль у монокультурі ще більше посилюється завдяки високій продуктивності та потенціалу зростання [18, 41, 42].

Сприятливі сівозміни, в яких домінують зернові культури, зустрічаються рідко. Існують дуже важливі фактори, які не слід ігнорувати при плануванні вирощування кукурудзи. Вибір правильного сорту не тільки підвищить толерантність до несприятливих кліматичних умов, але й гарантує більш стабільні врожаї.

Кукурудза продукує велику кількість біомаси, що призводить до високого попиту на воду. Наприклад, при врожайності зерна 5-6 тонн з

гектара і масі сухого верхнього шару ґрунту 10-13 тонн (близько 50-60 тонн сирової маси) кукурудза споживає близько 2,6-3,4 млн літрів води на гектар. Це значно більше, ніж інші зернові культури. Важливою є не лише кількість опадів, але й їх рівномірний розподіл протягом вегетаційного періоду. Опадів у 300-500 мм за вегетаційний період, за умови їх рівномірного розподілу, достатньо для задоволення потреб кукурудзи у волозі.

Достатня кількість вологи є важливою умовою для успішного вирощування цієї культури. У районах з обмеженим зволоженням суглинкові ґрунти більш придатні для вирощування кукурудзи, ніж піщані. У північних регіонах найбільш придатними є легкосуглинкові, супіщані та піщано-чорноземні ґрунти через їхню чутливість до тепла та високої вологості. Це пов'язано з раннім потеплінням навесні [20, 41, 42].

У північних регіонах виробники кукурудзи намагаються вибирати поля, розташовані на південних схилах і захищені від сильних вітрів. Холодні та вологі ґрунти не підходять для вирощування кукурудзи, особливо в північних регіонах, де вона вирощується [19, 28].

Селекційна робота, спрямована на створення ранньостиглих, низькотемпературних гібридів, значно розширила межі вирощування кукурудзи на півночі. Для нормального росту і розвитку кукурудза потребує температурного режиму від +12°C до +25°C. Оптимальні денні температури коливаються від +22 до +25°C, а нічні - близько +18°C. Весняні заморозки не становлять значної загрози для кукурудзи, але осінні заморозки нижче -4°C призводять до загибелі рослин. Підвищені потреби кукурудзи в теплі слід враховувати при плануванні строків посіву та збирання врожаю [20, 41, 42, 44].

Належна родючість також відіграє важливу роль у процесі проростання кукурудзи. Найкращі результати досягаються, якщо насіння належним чином прогріте до 8-10°C на глибині посіву. Це сприяє швидкому та рівномірному проростанню сходів. Гібридні сорти з нижчими температурними вимогами можуть проростати при температурі 6°C і таким чином подовжити вегетаційний період. Більш високі температури на ранніх стадіях розвитку

сприяють швидкому проростанню розсади.

Більш низькі температури можуть затримати і послабити ріст кукурудзи і навіть призвести до загибелі окремих проростків. Глибина посіву також має значний вплив на процес проростання. Правильний підхід до цієї технічної роботи забезпечує кращий розвиток рослин.

Найкраща температура для розвитку кореневої системи кукурудзи становить близько 24°C. На ранніх стадіях розвитку оптимальна температура в прикореневій зоні кукурудзи становить близько 20°C, підвищуючись до 28°C на більш пізніх стадіях. Під час цвітіння ідеальною є температура 28-32°C. Дослідження показали, що середньоранні сорти кукурудзи не цвітуть при середній температурі 16°C.

Несприятливі погодні фактори негативно впливають на кукурудзу, незалежно від того, в яку пору року вони діють. До них відносяться заморозки, град та вітер [19, 39]. Заморозки розрізняють як пізні (весняні) або ранні (осінні) залежно від часу їх виникнення. Ранні весняні заморозки трапляються під час розвитку сходів і призводять до затримки росту, пожовтіння листя, загибелі перших листків, а в деяких випадках і до загибелі всієї рослини. Як тільки несприятливі фактори усуваються, кукурудза зазвичай швидко відновлюється і компенсує пошкодження. Сходи кукурудзи можуть переносити морози до -6°C, але така температура значно затримує процес укорінення і послаблює рослину.

Осінні заморозки часто впливають на пізні сорти, викликаючи пригнічення фотосинтезу. У таких випадках рослини стають більш сприйнятливими до фузаріозних захворювань, а якість зерна знижується. У зернових культур осінні заморозки спричиняють розтріскування зерен і зниження посівних якостей зерна в насінневих посівах. Єдиний спосіб мінімізувати цей ефект - зібрати врожай якомога раніше.

Кліматичні умови є фактором навколишнього середовища, який має обмежений вплив на фермерів, але часто сприяє успіху виробництва. Основними обмежуючими факторами у виробництві кукурудзи є нестача тепла та води. Недостатня кількість тепла пригнічує життєдіяльність рослин,

знижує продуктивність, а в деяких випадках призводить до загибелі посівів.

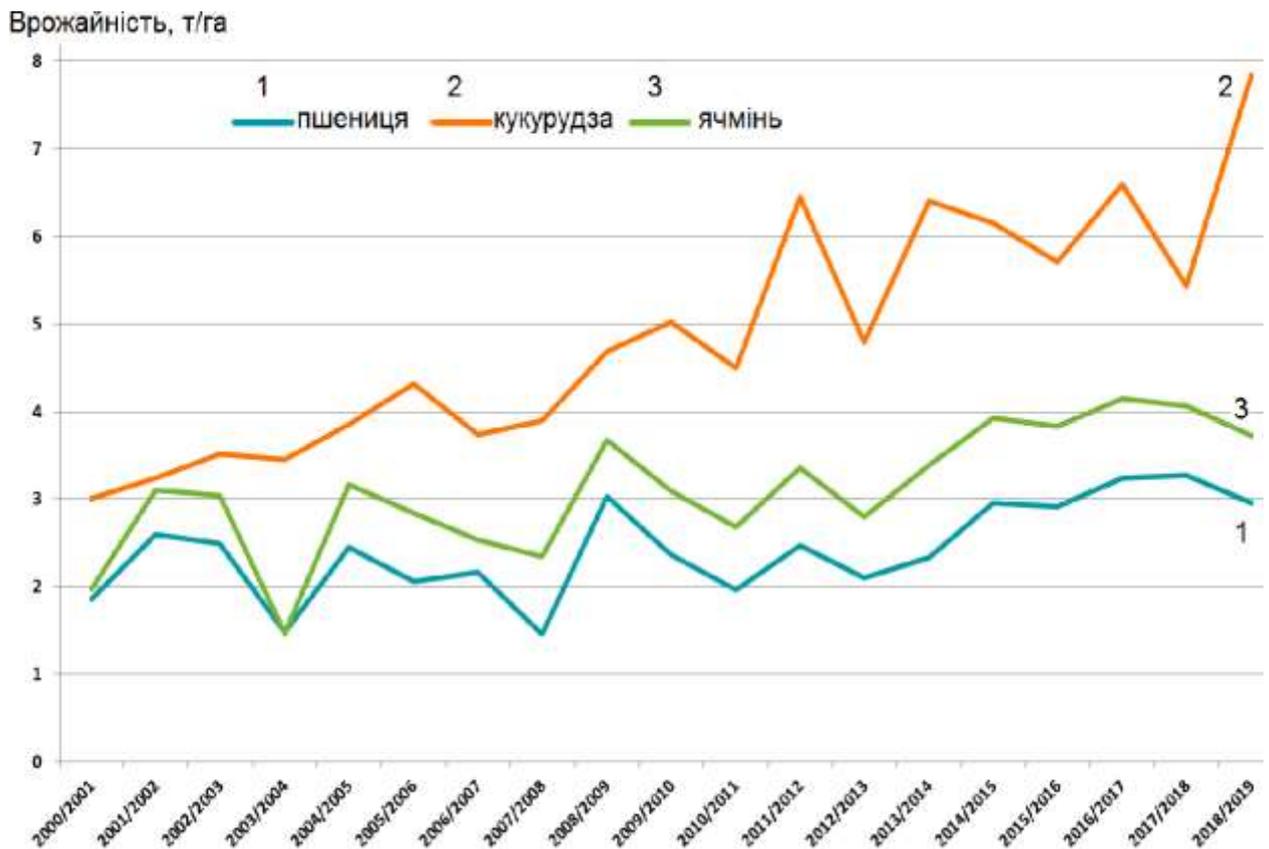


Рис. 1.2. Динаміка врожайності зернових і кукурудзи на зерно в Україні, т/га.

Таким чином, кукурудза надає перевагу добрим повітряним, глибоким і теплим суглинковим ґрунтам, які містять значну кількість макро та мікро елементів. Високий рівень покращення успішної ключової ролі у забезпеченні високої продуктивності кукурудзі, крім цього, дозволяє компенсувати вплив важливих несприятливих факторів, які впливають на її ріст і розвиток [18].

1.2. Удобрення та підживлення кукурудзи на зерно на різних типах ґрунту

Погодні умови та сортові особливості відіграють важливу роль у вирощуванні кукурудзи, проте особливу увагу слід приділяти внесенню добрив під цю культуру. Незважаючи на свій енергійний вигляд, кукурудза є

дуже вибагливою рослиною як до макро-, так і до мікрофакторів [4, 10, 11, 15, 39]. За даними різних досліджень, культура потребує 20-33 кг азоту (N), 11-14 кг фосфору (P_2O_5), 28-38 кг калію (K_2O), 4-6 кг магнію (MgO), 4 кг сірки (S) і близько 5 кг кальцію (CaO) [20, 21, 27, 33].

Наприклад, при збиранні 10 тонн зеленої маси кукурудза споживає близько 38 кг азоту, 14 кг фосфору, 38 кг калію, 10 кг кальцію, 10 кг магнію і 3-4 кг сірки разом з мікроелементами [20, 21, 27, 33].

Враховуючи потреби кукурудзи в поживних речовинах, для отримання 8 т сухого зерна необхідно приблизно 200-250 кг азоту, 90-110 кг фосфору, 225-300 кг калію, 32-50 кг магнію, 30 кг сірки і 30-40 кг кальцію. Крім того, в системі удобрення необхідно використовувати мінеральні добрива, щоб забезпечити рослини необхідними поживними речовинами. У цьому випадку слід проводити важливі види оптимізації, аналізувати вміст мінерального азоту та регулярно перевіряти достатність калію, фосфору, магнію та рН [20, 21, 27, 33].

Гній є загрозою для органічних добрив, а його ефективність залежить від погодних умов під час вегетації. Органічні добрива слід рівномірно розподіляти по площі та заорювати в ґрунт. За наявності достатньої кількості вологи гній слід вносити під час осіннього обробітку ґрунту. Наприклад, при внесенні 30 т/га гною під час зяблевого обробітку ґрунту середня врожайність кукурудзи за три роки становила 51,0 ц/га, тоді як така ж кількість гною, внесена під час ранньовесняного обробітку ґрунту, призвела до врожайності 45,3 ц/га.

У лісостеповій зоні на північному сході найвищі врожаї кукурудзи отримують при застосуванні органічних добрив у поєднанні з усіма видами мінеральних добрив. За цих умов рекомендуються такі середні норми внесення мінеральних добрив: N45-60P60-90K45-60 на малогумусних середньо- і важкосуглинкових карбонатних чорноземах; N60-90P40-60K 60. 60. 60. -90 на чорноземах опідзолених середньосуглинкових, темно-сірих і сірих опідзолених середньо- і важкосуглинкових ґрунтах.

Це дослідження показує, що калій є одним з найважливіших елементів

живлення для кукурудзи, і його важливість недооцінювалася в останні роки [15, 20, 21, 27, 33]. Калій не тільки стабілізує водний баланс, але й відіграє важливу роль у процесах поглинання та засвоєння азоту, які впливають на врожайність. Цей елемент також зменшує захворювання рослин і утримує воду в ґрунті. Калій можна отримати з добрив, що містять цинк і залізо, або з добрив, що містять магній і сірку.

Фосфор - це елемент, який сприяє утворенню коренів і знижує чутливість рослин до стресів. Фосфор також дозволяє кукурудзі поглинати більше поживних речовин з ґрунту. Крім того, фосфор і калій при внесенні в зерно допомагають знизити вміст вологи в зерні. Магній, сірка та мікроелементи забезпечують ефективне перетворення поглиненого азоту в біомасу та зерно, підвищуючи вміст білка в урожаї.

Стартові добрива використовуються для забезпечення високого рівня фосфору на ранніх стадіях росту кукурудзи. Кукурудза погано росте на ґрунтах з низьким вмістом магнію. Якщо концентрація цього елемента занадто низька, варто додати 500-1000 кг доломіту. Такі добрива слід вносити якомога раніше, бажано восени.

Фосфорні та калійні добрива слід рівномірно змішувати в поверхневому шарі ґрунту (10-20 см) для досягнення оптимального результату. Це пов'язано з тим, що на п'ятій стадії розпускання листків кукурудза поглинає поживні речовини з усього об'єму, а коренева система проникає на глибину до 40 см. Завдяки підвищенню рівня механізації стало можливим використання регульованих добрив, таких як NPK, фосфорні добрива та дрібнодисперсні гранули. Наприклад, 100-150 кг/га амонійного фосфату можна використовувати для забезпечення сходів необхідними стартовими елементами та зменшення ризику пригнічення росту через низькі температури. Однак слід зазначити, що поглинання фосфору сильно обмежується, коли температура ґрунту на глибині 10 см знижується до 12°C [27, 32, 33].

Сечовина не підходить для послідовного внесення добрив, оскільки вона токсична для сходів, якщо її вносити в надлишку. Крім того, не слід

зберігати не більше 200 кг/га добрив під час посадки. Послідовне внесення амофосу (100-150 кг/га) є безпечним, забезпечує початковий запас поживних речовин і знижує ризик посиленого росту при низьких температурах.

Азот є ще одним компонентом живлення кукурудзи і може значно знизити врожайність, якщо його ігнорувати. Азотні добрива бажано вносити до фази четвертого листка (Рис. 1.3). За цих умов азот може випаровуватися з нерозчинених гранул, а гранули (особливо аміачна і кальцієва селітра) можуть потрапити у воронку листка кукурудзи і спалити рослину. Кількість азотних добрив, що вносяться, повинна базуватися на кількості азоту, внесеного на попередньому етапі внесення добрив та при передпосівній обробці [20, 21]. Використання карбаміду як добрива позитивно впливає на врожайність, а також зменшує вологість зерна під час збирання.

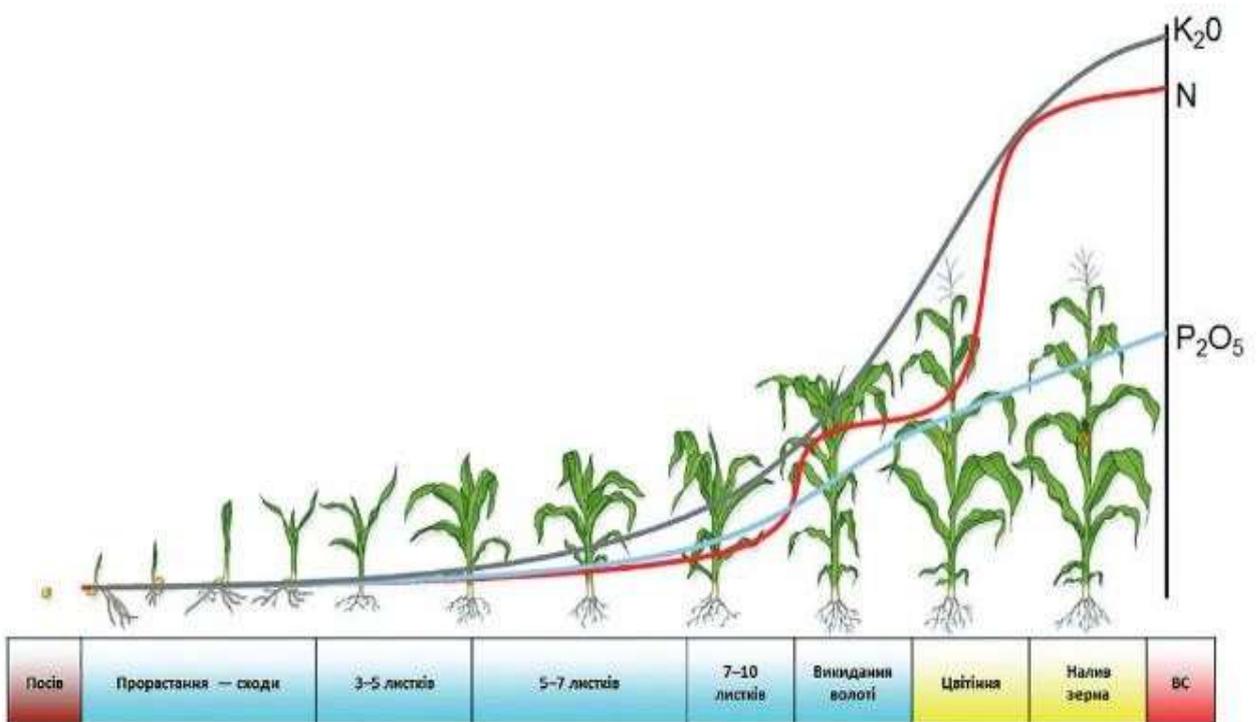


Рис. 1.3. Інтенсивність асиміляції і потреба в елементах живлення кукурудзи за фазами розвитку.

Азот може втрачатися внаслідок мікробної активності, пов'язаної з процесом нітрифікації. Цей процес викликає вимивання азоту в глибші шари підстави, потрапляння його в ґрунтові води та випаровування в атмосферу. У складі амонію азот має здатність зв'язуватися з частинами підстави, тоді як у

складі нітрату він не отримує сорбційним комплексом підставу, що робить його вразливим до процесів вилугування та денітрифікації, призводячи до значних втрат. Для забезпечення доступності азоту рослинам і збереження його у підставі на тривалий період необхідно проводити відповідні заходи [15, 20, 21, 27, 33].

Розділ II

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПРИРОДНІ УМОВИ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

2.1. Умови проведення досліджень

Дослідження проводилися в межах зерно-просапної сівозміни на землях ТОВ «МХП Урожайна країна», що розташовані в Сумському районі Сумської області. Це підприємство спеціалізується на вирощуванні сільськогосподарських культур і є кількома представниками агропромислового комплексу регіону. Загальний земельний банк господарства для заробітку у 2024 році становив 22 405 га, що дозволяє підприємству ефективно вирощувати широкий спектр культур.

Посівні площі у 2024 році

У 2024 році основними культурами господарства стали:

Кукурудза – 794,5 га (основна зернова культура, що забезпечує високу врожайність і є стратегічною для підприємства);

Соняшник – 678 га (важлива олійна культура з високою економічною ефективністю вирощування);

Соя – 432,4 га (культура з високим вмістом білка, яка є цінним компонентом сівозміни);

Озима пшениця – 203,1 га (традиційна зернова культура для забезпечення продовольчої безпеки).

Ґрунтові умови та їх характеристика

Ґрунт, де проводилися дослідження, чорнозем типовий глибокий великопилуватий. Цей тип обґрунтовано має більший вміст гумусу та належить до категорії придатних для вирощування кукурудзи за умов правильної агротехніки.

На момент проведення досліджень у 2024 році характеризувався такими показниками:

pH сольової витяжки: 5,8–6,3 (слабокислий рівень кислотності, що є прийнятним для вирощування кукурудзи, але потребує підтримки оптимального рівня);

Вміст гумусу: 4,0% (показник середнього рівня, що бракує про задовільний запас органічних речовин обґрунтовано);

Рухомий фосфор (P_2O_5): 15,2 мг на 100 г ґрунту (за Чириковим);

Обмінний калій (K_2O): 10,2 мг на 100 г ґрунту (за Чириковим);

Нітратний азот: 1,10–2,40 мг на 100 г ґрунту;

Легкогідролізований азот: 9,0–11,2 мг на 100 г ґрунту (за тюріном).

Аналіз аргументу про його помірну забезпеченість основними елементами живлення, проте рівень доступного фосфору та якщо є недостатнім для реалізації повного потенціалу врожайності кукурудзи.

Кліматичні умови у 2024 році

У 2024 році природно-кліматичні умови регіону відзначалися певними відхиленнями від багаторічних показників. Середньодобова температура повітря становила **9,4°C**, що на **2,0°C вище**, ніж середньобагаторічний показник (7,4°C). Абсолютний максимум температури був зафіксований у червні, стовпчик термометра сягнув **+35,0°C**, тоді як мінімальна температура опустилася до **-24,0°C** у січні.

Кількість опадів за сільськогосподарський рік склала **453 мм**, що на **140 мм менше**, ніж середньобагаторічний показник (593 мм). Недостатнє зволоження створювало певні труднощі для вирощування культури, особливо в критичні періоди вегетації.

Розподіл опадів протягом року був нерівномірним:

Осінь 2023 року: 75 мм (лише 54% від середньобагаторічного значення у 139 мм);

Зима 2024 року: 90 мм (74% від середньобагаторічного значення у 122 мм);

Весна 2024 року: 119 мм (90% від середньобагаторічного значення норми у 132 мм);

Літо 2024 року: 169 мм (85% від середньобагаторічного значення норми у 200 мм).

Агрокліматичний аналіз

Зазначені кліматичні умови вказують на наявність достатньої кількості тепла для забезпечення розвитку сільськогосподарських культур, проте нестача вологи, особливо в осінньо-зимовий період, могла обмежувати ефективність росту рослин. такі умови потребували корекції агротехнічних заходів, підвищення особливої ефективності використання вологи через застосування обґрунтовано захисних технологій і мульчування.

Ґрунти господарства мають задовільну якість для вирощування кукурудзи, а кліматичні умови регіону в цілому сприятливі для цієї культури. Проте для підвищення врожайності та забезпечення оптимального росту та розвитку рослин необхідно вжити такі заходи:

Застосувати комплексні мінеральні добрива з високим вмістом NPK, враховуючи недостатню забезпеченість ґрунту цими елементами.

Внесення органічних добрив для поліпшення вмісту гумусу у підставі.

Дотримання сівозміни для збереження родючості ґрунту.

Оптимізація технології поливу, якщо є можливості, або використання заходів для накопичення та збереження вологи у підставі.

Використання сучасних засобів захисту рослин для мінімізації впливу шкідників і хвороб у змінних кліматичних умовах.

Узагальнюючи, можна зазначити, що територія господарства є придатною для вирощування кукурудзи за умов раціонального застосування добрив та інших агротехнічних заходів, що сприяють підвищенню врожайності й покращенню якості зерна.

2.2. Схема та методика проведення досліджень

Внесення добрив є найефективнішим інструментом для інтенсифікації процесу отримання високих врожаїв кукурудзи з високою якістю зерна. Збалансоване внесення добрив дає змогу забезпечити значну віддачу витрат у вигляді зібраного зерна [4, 21].

Найбільш підходящі дози міндобрив за їх використання для кукурудзи необхідно визначати на основі експериментальних даних, враховуючи конкретні ґрунтово-кліматичні умови та вимоги даної культури. Тому встановлення та обґрунтування найбільш ефективних і економічно обґрунтованих норм міндобрив, а саме оптимальних їх відповідності для отримання високоякісного врожаю кукурудзи, стало призначенням магістерської наукової роботи.

Для оцінки впливу різних норм основних мінеральних добрив, внесених як базове, так і у вигляді підживлення, на врожайність і якість зерна кукурудзи, було організовано польові дослідження за наступною схемою:

1. Контроль (без добрив)

2. $N_{90}P_{70}K_{70}$

3. $N_{120}P_{100}K_{100}$

4. $N_{120}P_{130}K_{130}$

+ N_{30} у міжрядне підживлення

У дослідженні були використані такі мінеральні добрива: аміачна селітра (N – 34,5%), гранульований суперфосфат (P_2O_5 – 19,5%) та калімагnezія (K_2O – 28%).

Дослідження проводили за вищевказаною схемою, попередник озима пшениця (рис. 2.13).

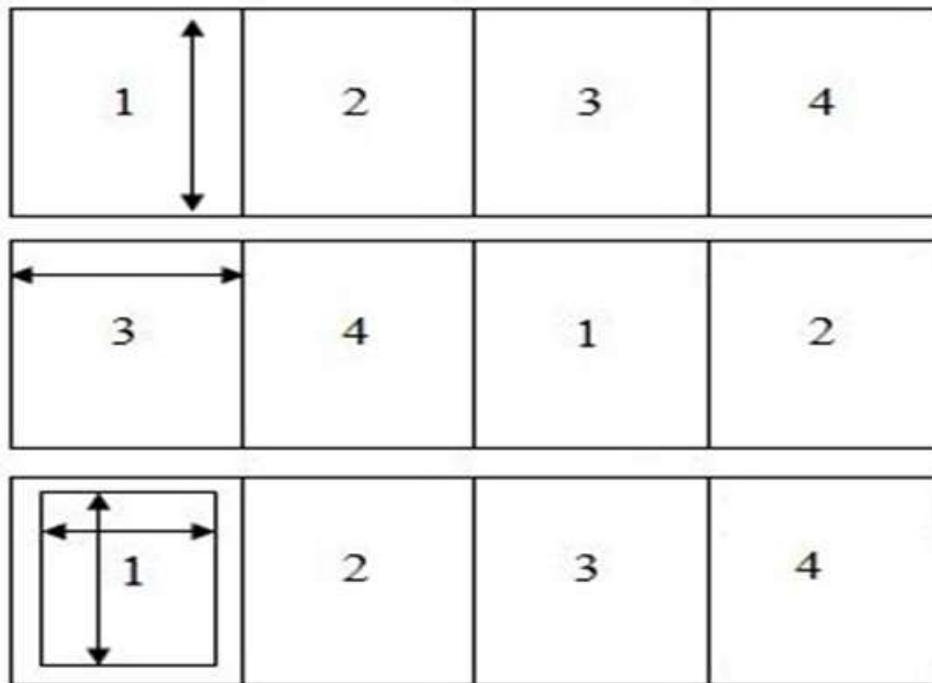


Рис. 2.13. Схема розміщення ділянок польового дослідження

Упродовж вегетації кукурудзи в досліді проводили фенологічні спостереження за рослинами – визначали настання: фази сходів, появи третього листка, появи приймочки, молочно-воскової стиглості. За час настання фази приймали дні, коли певна ознака була у 50% рослин в конкретному варіанті. При збиранні врожаю брали рослинні зразки кукурудзи, в яких визначали якісні показники зерна.

Проводили також розрахунки щодо збору перетравного протеїну і кормових одиниць з одного гектара. Математичне моделювання достовірності даних врожаю зерна кукурудзи проводили дисперсійним методом [13].

2.3. Агротехніка вирощування кукурудзи на зерно

Агротехніка вирощування кукурудзи на зерно в експерименті відповідала загальноприйнятим методам, які застосовуються в умовах Північно-Східного Лісостепу. Підготовка ґрунту для сівби кукурудзи є одним із ключових етапів у забезпеченні високих врожаїв і створюється у створених оптимальних умовах для росту та розвитку рослин, зокрема в належному забезпеченні ґрунту водою, повітрям та поживними речовинами.

Обґрунтування заробітку залежить від окремих обґрунтовано-кліматичних умов регіону, тому вибір методу передпосівної обробки

обґрунтування має обґрунтовуватися на таких факторах, як погодні умови, технічні можливості та терміни посіву. У багатьох регіонах одним із обмежувальних факторів для врожайності кукурудзи є нестача обґрунтованої вологи. В районах з обмеженими опадами особливо важливою є задача збереження вологи в обґрунтуванні, що включає методи підвищення вологозберігаючих властивостей обґрунтування та мінімізації випаровування.

Найкращими попередниками для кукурудзи є озима пшениця, бобові культури та картопля. Якщо застосовуються правильні системи внесення добрив і заробітку обґрунтовано, кукурудзу можна вирощувати навіть як монокультуру. Оптимальна кислотність підстави для кукурудзи повинна бути нейтральною або близькою до нейтральної (рН 5,5–7,0).

Кукурудза є чутливою до посушливих умов і не переносить затінення, тому найбільше підходящими для її посадки є відкриті території в степовій та лісостеповій зонах. Важливим фактором для її зростання є забезпечення належної вологості ґрунту. Для досягнення високої врожайності (80–90% з 1 га) необхідно отримати 500-600 мм опадів протягом вегетаційного періоду.

Кукурудза – це тепло і світлолюбна рослина, тому важливо не поспішати з посадкою. Посів слід проводити лише тоді, коли температура підстави досягне +10–12°C (оптимально – +13–14°C), а також коли минула загроза весняних заморозків. Кукурудза здатна витримувати морози до –2°C, але при температурі –4°C сходи гинуть. Посів у недостатньо прогрітій пояснюється тим, що може призвести до затримки сходів, що робить їх більш вразливими до шкідників та грибкових захворювань.

Оптимальна глибина сівби залежить від типу ґрунту: на легких сухих ґрунтах вона становить 6 см, на середньосуглинкових – 5 см, а на важких – 4 см. Відстань між рядами наявна залежно від генетики гібрида кукурудзи. Норма висіву для кукурудзи варіюється від 33 до 38 тисяч насінин на гектар, де більша норма може збільшити врожайність, але з погляду економіки менш щільний висів є вигіднішим.

Одним із важливих аспектів є захист кукурудзи від хвороби. До найпоширеніших захворювань належать кукурудзяна сажка, гниль стебла, кукурудзяна цвіль і фузаріозна гниль качанів. Заходи боротьби включають

вибір здорового навою, обробку навою фунгіцидами, тимчасову оранку та осіннє видалення залишків рослин з поля.

Збирання врожаю кукурудзи створено за повну стійкість качанів. З кожної ділянки окремо збирають качани, зважують їх і відбирають зразки для аналізу якості врожаю.

2.4. Характеристика гібрида кукурудзи на зерно СІ ПАНДОРАС(ФАО 250)

Гібрид кукурудзи СІ Пандорас виведений виробником "Сингента" (Syngenta AG) в Україні (рис. 2.14).



Рис. 2.8. Зовнішній вигляд зрілого качана гібриду СІ ПАНДОРАС (ФАО 250)

Гібрид є рекомендований для впровадження в зоні Полісся та Лісостепу України [40]. Він придатний для ранньої сівби і до монокультури. Як показує практика, найкраще росте в умовах Полісся та Лісостепу України. Це високоврожайний гібрид. Зерно годиться для переробки в крупу. Гібриди типу Stay Green володіють високою якістю корму тваринам.

Морфологічна та агрономічна характеристика гібрида кукурудзи СІ Пандорас:

Призначення гібриду – на зерно, на силос. Група стиглості – середньорання. Тип зерна – кременистий. Середня кількість рядів – 16-18. Вміст крохмалю в зерні сягає 74%. Тип адаптивності гібриду – середньо пластичний.

Гібрид СІ ПАНДОРАС (ФАО 250) холодостійкий та має високі показники стартового росту. Це дозволяє висівати його у ранні строки, отримати високий ранній урожай та вчасно звільняти поля для наступних культур.

Гібрид має еректоїдний тип розміщення листків. Це зменшує конкуренцію рослин у посівах за світло та забезпечує високу ефективність фотосинтезу.

СІ ПАНДОРАС (ФАО 250) стійкий до прикореневого і стеблового вилягання (зменшення втрат зерна при механізованому збиранні).

Гібриду властива висока натура зерна. Це гарантує високу ефективність використання площ складських приміщень для зберігання зерна.

Гібрид має високий потенціал урожайності.

Рекомендована густота на період прибирання:

за достатнього рівень волого забезпечення – 70-80 тис. рослин/га;

за дефіциту вологозабезпечення – 45-55 тис. рослин/га.

Розділ 3

**ВПЛИВ УДОБРЕННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО В УМОВАХ
ПІВНІЧНО-СХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ**

(результати досліджень)

**3.1. Зміни агрохімічних властивостей ґрунту під впливом
мінеральних добрив**

Нерівномірний баланс мінерального живлення та асиміляції окремих елементів із ґрунту значно впливає на метаболізм рослин, що своєю чергою зумовлює зміни в їхньому рості, розвитку [10].

У таблиці 3.1 наведено дані які дозволяють простежити динаміку руху елементів живлення у ґрунті протягом всього вегетаційного періоду. Що свідчить про суттєве зростання вмісту основних живильних елементів для рослин кукурудзи до моменту збирання врожаю порівняно з їх вмістом на етапі до проведення польового експерименту.

У варіантах дослідження, де застосовували повну норму мінерального добрива N120P100K100, було зафіксовано помітне підвищення вмісту NPK в орному шарі ґрунту. Це добре про позитивний вплив добрив на агрохімічні властивості обґрунтовано та покращення його поживного режиму для рослин. У середньому за два роки досліджень зростання вмісту азоту становило 3 мг/100 г ґрунту, фосфору – 1 мг/100 г, а калію – 11 м.

У варіантах, де додатково внесли N30 як підживлення, спостерігалось ще більше зростання цих показників: вміст лужногідролізованого азоту зріс на 5 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору – на 2 мг/100 г, а обмінного калію – на 15 мг/100 г у порівнянні з контролем. Результати підтверджують ефективність збалансованого мінерального удобрення у підвищеній родючості підставу та покращення забезпечення рослин основними елементами живлення в ключові періоди їх росту.

Таблиця 3.1

Вплив норм мінеральних добрив та підживлення азотом на агрохімічні
властивості ґрунту

Варіанти дослідів	Лужногід-ролізований азот за Корнфілдом	Рухомий фосфор за Чиріковим	Обмінний калій за Чиріковим
	мг/кг ґрунту		
Перед закладанням дослідів			
	115	112	128
Перед збиранням врожаю			
1. Контроль (без добрив)	110	110	120
2. N ₉₀ P ₇₀ K ₇₀	122	119	137
3. N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	126	124	144
4. N ₁₂₀ P ₁₃₀ K ₁₃₀ + N ₃₀ у підживлення	130	139	159

Регулярне внесення збалансованих норм добрив забезпечує стабільний приріст вмісту рухомих та обмінних форм азоту, фосфору й калію, які є основними елементами живлення рослин. Це сприяє підтриманню високого рівня родючості ґрунту, забезпечуючи його здатність відновлювати запаси поживних речовин навіть за інтенсивного використання земельних ресурсів.

Окрім того, підвищення доступності елементів живлення у ґрунті позитивно впливає на біологічну активність орного шару, покращуючи умови для життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів, які беруть участь у структуризації органічних і мінеральних речовин. У результаті цього формуються сприятливі умови для росту і розвитку культурних рослин, що дозволяє отримувати стабільно високі врожаї.

Внесення добрив також відіграє важливу роль у забезпеченні культур адаптивними перевагами за несприятливих погодних умов, таких як посуха або надмірна вологість. Завдяки поліпшенню структури ґрунту та його фізико-хімічних властивостей підвищується водо- та повітропроникність, що додатково оптимізує умови вирощування культур і сприяє ефективному використанню ресурсів орного шару. Таким чином, комплексний підхід до удобрення забезпечує

довгострокову продуктивність і екологічну стійкість сільськогосподарського виробництва.

3.1. Вплив змінних доз добрив на ростові процеси кукурудзи

Спостереження за особливостями проходження фенологічних фаз досліджуваних рослин кукурудзи дозволяють зробити висновки щодо впливу внесення мінеральних добрив на цю культуру. Використання мінеральних добрив сприяє більш інтенсивному росту та розвитку рослин, активному накопиченню зерна, а також формуванню значно більшого врожаю високої якості наприкінці вегетаційного періоду, особливо при вирощуванні кукурудзи на зерно [19].

Результати наших досліджень представлені в таблиці 3.2. Вона ілюструє, що в 2023–2024 роках кукурудза висівалася в різні строки, що було зумовлено специфічними погодними умовами весняного періоду.

Таблиця 3.2

Вплив добрив на терміни настання фаз росту і розвиток рослин кукурудзи у різні вегетаційні періоди

Варіанти досліджу	Дата сівби	Повні сходи	Викидання волоті	Поява приймочки	Молочно-воскова стиглість	Висота рослин під час збирання	Число днів вегетації
2023 рік							
1. Контроль (без добрив)	28.04	10.05	21.07	28.07	26.08	181	05.11
2. N ₉₀ P ₇₀ K ₇₀	Те ж	Те ж	22.07	30.07	25.08	215	Те ж
3. N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	-	-	25.07	2.08	27.08	238	-
4. N ₁₂₀ P ₁₃₀ K ₁₃₀ + N ₃₀ у підживлення	-	-	26.07	3.08	29.08	252	-

2024 рік							
1. Контроль (без добрив)	24.04	15.05	15.07	26.07	27.08	178	15.11
2. N ₉₀ P ₇₀ K ₇₀	Те ж	Те ж	15.07	27.07	28.08	211	Те ж
3. N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	-	-	16.07	29.07	29.08	230	-
4. N ₁₂₀ P ₁₃₀ K ₁₃₀ + N ₃₀ у підживлення	-	-	18.07	2.08	4.09	247	-

Результати дослідження представлені в таблиці 3.2, свідчать, що фази вегетації рослин кукурудзи залежали від рівня удобрення, що забезпечувало різний темп росту та розвитку культур. Різниця у термінах настання окремих фаз вегетації, за даними таблиці, стала помітною, починаючи з фази викидання волоті. Це зумовлено сприятливими погодними умовами, які спостерігалися у роки проведення досліджень, та впливом мінерального удобрення, яке сприяло забезпеченню рослин поживними речовинами.

До моменту викидання волоті коренева система кукурудзи була добре розвинена, що дозволило рослинам активно поглинати необхідні елементи живлення з ґрунту. У варіантах із мінеральними добривами, особливо з внесенням азотних туків, рослини демонстрували інтенсивний ріст і розвиток, що водночас призводило до розтягнення строків настання наступних фаз розвитку. Наприклад, у 2023 році фаза викидання волоті на контролі настала 21 липня, тоді як на четвертому варіанті вона відбулася 27 липня – на п'ять днів пізніше.

Особливу увагу привертає вплив добрив на тривалість вегетаційного періоду кукурудзи. На контролі, де добрива не застосовувалися, тривалість вегетації була мінімальною. На варіантах із більш високими нормами добрив, такими як N₁₂₀P₁₃₀K₁₃₀ із підживленням N₃₀, цей період подовжувався, досягаючи максимуму на чотири-п'ять днів довше порівняно з неудобреним варіантом. Подовження вегетаційного періоду на удобрених ділянках пов'язане з кращим живленням рослин, що дозволяло їм триваліше нарощувати біомасу.

Погодні умови також мали суттєвий вплив на строки проведення сівби та появи сходів. У 2024 році через несприятливі умови сівба відбулася на чотири дні

пізніше, ніж у 2023 році, а сходи з'явилися через п'ять днів після сівби. Це вплинуло на загальний перебіг вегетаційного періоду, хоча тенденції впливу удобрення залишилися подібними до 2023 року.

Висота рослин кукурудзи також суттєво варіювала залежно від варіантів досліду та рівня удобрення. На контролі середній показник висоти рослин становила 181 см у 2023 році та 178 см у 2024 році. У варіантах із внесенням добрив висота їх була вищою, що вказує на стимулюючий вплив добрив на ріст.

Отже, результати досліджень свідчать, що рівень мінерального живлення суттєво впливає на ріст, розвиток та продуктивність кукурудзи. Внесення високих норм добрив сприяє подовженню вегетаційного періоду, що забезпечує краще засвоєння поживних речовин і накопичення біомаси, але також зумовлює зміщення строків настання фенологічних фаз. Це важливо враховувати для оптимізації агротехнічних заходів у вирощуванні кукурудзи.

3.2. Вплив удобрення на врожайність зерна кукурудзи

Дані, представлені в таблиці 3.2, свідчать, що фази вегетації рослин кукурудзи змінювалися залежно від рівня мінерального удобрення, що створювало різні умови для їх розвитку. Особливу увагу привертає відмінність у термінах настання окремих фаз вегетації, яка стала помітною з фази викидання волоті. Це явище можна пояснити сприятливими погодними умовами, які склалися період проведення досліджень, а також впливом мінерального удобрення, що забезпечило рослинам доступ до необхідних поживних речовин.

До моменту викидання волоті коренева система кукурудзи була добре розвинена і проникала в глибокі шари ґрунту, що дозволило рослинам активно поглинати елементи живлення. У варіантах досліду, де застосовували мінеральні добрива, особливо азотні, спостерігалось прискорення росту і розвитку рослин, що призводило до інтенсивного накопичення біомаси. Разом із цим відбувалося подовження строків настання наступних фаз розвитку. Наприклад, у 2023 році на контролі фаза викидання волоті настала 21 липня, тоді як на четвертому варіанті досліду вона відбулася 27 липня, що на п'ять днів пізніше.

Важливо зазначити, що тривалість вегетаційного періоду кукурудзи значно варіювала залежно від рівня удобрення. У варіантах без застосування добрив цей

період був найкоротшим, що обмежувало можливості рослин для накопичення поживних речовин і нарощування врожаю. У той же час, на ділянках із високими нормами добрив, такими як N120P130K130 із підживленням N30, тривалість вегетаційного періоду збільшувалася на 4–5 днів, що створювало більш сприятливі умови для прояву високої продуктивності. Подовження вегетаційного періоду дозволяло рослинам краще використовувати поживні речовини і сприяло підвищенню якісних характеристик зерна.

Погодні умови також значно впливали на строки проведення сівби та появу сходів. Наприклад, у 2024 році через несприятливу погоду сівба відбулася на чотири дні пізніше, ніж у 2023 році, а сходи з'явилися лише через п'ять днів після сівби. Це, однак, не змінило загальної тенденції впливу удобрення на фенологічний розвиток рослин.

Загалом результати досліджень підтверджують, що рівень мінерального живлення відіграє вирішальну роль у формуванні продуктивності кукурудзи. Високі норми добрив сприяють подовженню вегетаційного періоду, забезпечуючи рослини оптимальною кількістю поживних речовин, що позитивно впливає на реалізацію їх генетичного потенціалу. Ці дані є важливими для вдосконалення агротехнічних заходів, спрямованих на підвищення врожайності та якості кукурудзи.

Таблиця 3.3

Вплив норм мінерального удобрення та підживлення азотом на врожайність зерна кукурудзи на чорноземі опідзоленому

Варіант досліджу	Врожай, т/га			Приріст до контролю	
				т/га	%
	2023 р.	2024 р.	Середнє за 2 роки		
1. Контроль (без добрив)	4,14	3,75	3,95	-	-
2. N ₉₀ P ₇₀ K ₇₀	4,81	4,36	4,59	0,64	16

3. N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	5,61	5,18	5,40	1,45	37
4. N ₁₂₀ P ₁₃₀ K ₁₃₀ + N ₃₀ у підживлення	6,02	5,58	5,80	1,85	47
NIP ₀₅	0,16 т/га (3,13%)	0,18 т/га (3,91%)	–	-	-

За внесення добрив у нормі N90P70K70 врожайність кукурудзи зросла в середньому за два роки експерименту на 0,64 т/га, досягнувши 4,59 т/га. Це підтверджує, що внесення міндобрив підвищує поживний режим ґрунту, сприяючи підвищенню врожайності шляхом збільшення доступних форм іонів і забезпечує рослини елементами живлення необхідними для їх нормальної вегетації.

За норми N120P100K100 на третьому варіанті досліджу, середній урожай зріс до 5,40 т/га, що на 1,45 т/га (37%) більше порівняно з контролем. Ці дані свідчать про високу ефективність міндобрив, які забезпечують кукурудзу поживними речовинами в критичні фази її росту, сприяючи формуванню більш продуктивного врожаю.

Максимальний урожай зерна кукурудзи був зафіксований на четвертому варіанті, де використовували добрива в нормі N120P130K130 + N30 у підживленні. Середній урожай за 2 роки становив 5,80 т/га, що перевищує контроль на 1,85 т/га. В порівнянні з варіантом N120P100K100, цей рівень удобрення забезпечив додатковий приріст урожаю на 0,4 т/га.

Аналіз врожайності в різні роки показав, що у 2023 році врожайність кукурудзи на всіх варіантах була вищою, ніж у 2024 році. Найвищий результат досягнуто у 2023 році на варіанті N120P130K130 + N30 у підживленні – на 0,5 т/га більше, ніж у 2024 році. Це пояснюється сприятливішими погодними умовами, які оптимально поєднувалися з ефективністю мінерального удобрення.

Таким чином, збалансоване внесення міндобрив значно підвищує врожайність кукурудзи на чорноземах опідзолених, забезпечуючи рослини необхідними поживними речовинами. Найвища ефективність спостерігалася за норми N120P130K130 + N30 у підживленні, яка показала максимальний

приріст урожаю. Норма N120P100K100 також була ефективною, але дещо поступалася, забезпечивши на 0,4 т/га менший урожай порівняно з найбільш результативним варіантом. Застосування таких норм удобрення є важливим інструментом для підвищення продуктивності кукурудзи, що забезпечує сталий розвиток агровиробництва.

3.3. Вплив норми удобрення на якість

Органічні та мінеральні добрива, внесені під кукурудзу, не лише сприяють збільшенню врожайності, а й значно покращують якість отриманого зерна. Це має вирішальне значення для сільськогосподарського виробництва, особливо у контексті виготовлення кормів. [4, 20, 21, 27] Висока якість кормового зерна забезпечує підвищення його поживної цінності, що, своєю чергою, позитивно впливає на продуктивність тваринництва, зокрема збільшуючи надої молока та сприяючи приросту живої ваги у тварин.

В ході наших досліджень ми дотримувалися рекомендацій щодо визначення якості врожаю, проводячи його збирання у фазу воскової стиглості, що дало змогу отримати об'єктивні показники поживної цінності.

Результати досліджень свідчать, що застосування мінеральних добрив позитивно впливає на якісні показники зерна культури. Дані, отримані за підсумками двох років досліджень, наведені у таблиці 3.4.

Результати експерименту висвітлені в таблиці 3.4, вказують, що вміст крохмалю та сирого протеїну у зеленій масі культури змінювався залежно від зміни доз внесення міндобрив. В контрольному варіанті, де добрива не застосовувалися, спостерігався мінімальний рівень сирого протеїну – лише 7,5% сухої речовини. Зі збільшенням норм внесених добрив цей показник поступово зростав, досягаючи 8,2%, 10,5% і 12,3% у зерні рослин, вирощених відповідно на другому, третьому та четвертому варіантах досліді.

Отримані дані підтверджують, що застосування мінеральних добрив значно покращує поживні якості зерна кукурудзи, забезпечуючи його збагачення білками та іншими поживними речовинами. Така тенденція є надзвичайно важливою у сільськогосподарському виробництві, оскільки

якісні корми сприяють більш ефективному використанню врожаю для забезпечення високих виробничих показників у тваринництві.

Таблиця 3.4

Вплив норм мінерального удобрення кукурудзи на якість зерна

Варіанти дослідів	Вміст в абсолютно сухій речовині, %		Збір сирого протеїну, т/га
	сирого протеїну	крохмалю	
1. Контроль (без добрив)	7,5	64,0	0,30
2. N ₉₀ P ₇₀ K ₇₀	8,2	63,1	0,38
3. N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	10,5	62,2	0,57
4. N ₁₂₀ P ₁₃₀ K ₁₃₀ + N ₃₀ у підживлення	12,3	60,0	0,71

В третьому варіанті, із внесенням мінеральних добрива в нормі N₁₂₀P₁₀₀K₁₀₀, вміст сирого протеїну у зерні кукурудзи зріс до 10,5%, що перевищувало аналогічний показник контрольного варіанту на 3%. Ці результати підтверджують значний вплив мінерального удобрення на збагачення зерна білками. У той же час внесення найбільших норм добрив (N₁₂₀P₁₃₀K₁₃₀ + N₃₀ у підживлення) забезпечувало максимальний рівень вмісту сирого протеїну, який досягав 12,3%, демонструючи найкращі якісні показники серед усіх варіантів дослідів.

Однак, підвищення норм мінерального удобрення впливало не лише на білковий склад зерна, а й на інші його якісні характеристики. Зокрема, було відзначено зниження вмісту крохмалю. На варіанті з максимальним рівнем удобрення вміст крохмалю становив 60,0%, що було нижчим порівняно з контролем. Ця тенденція може бути зумовлена зміщенням балансу у фізіологічних процесах рослин на користь білкових сполук.

Для більш детального аналізу якісних характеристик було проведено розрахунок збору сирого протеїну з одиниці площі. Згідно з даними таблиці

3.4, найвищий збір сирого протеїну було зафіксовано на четвертому варіанті досліді, де він становив 0,71 т/га. Це є результатом оптимального поєднання високої врожайності та підвищеного вмісту білків у зерні кукурудзи.

Таким чином, за результатами дослідження видно, що якість зерна кукурудзи залежить від рівня мінерального живлення. Найвищі показники якості були досягнуті при застосуванні добрив у нормі N120P130K130 + N40 у підживлення. Це підтверджує, що раціональне використання добрив дозволяє не лише підвищити врожайність, а й забезпечити покращення якісних показників, що є важливим для ефективного використання зерна у виробництві кормів.

ВИСНОВКИ

1. Ефективність мінеральних добрив. Умови Північно-західного Лісостепу на чорноземних опідзолених легкосуглинкових ґрунтах сприяли підвищенню врожайності зерна кукурудзи та покращенню його якісних показників при застосуванні мінеральних добрив. Також підтримувалася родючість ґрунту за основними показниками, що забезпечило значний економічний ефект у вигляді прибутку та окупності витрат.

2. Максимальна врожайність. Найвищий врожай зерна кукурудзи в польовому досліді був отриманий при внесенні мінеральних добрив з нормою N120P130K130 з підживленням N30 у міжряддях. У 2023 році врожайність становила 6,02 т/га, у 2024 – 5,58 т/га, а середній показник за два роки склав 5,80 т/га.

3. Приріст урожаю. Застосування найвищої норми добрив забезпечило приріст врожаю на 1,85 т/га порівняно з неудобреним варіантом, що становило 47%.

4. Поліпшення якості зерна. Застосування мінерального удобрення у найвищій нормі сприяло підвищенню кормової цінності зерна. Завдяки кращій збалансованості за співвідношенням сирого протеїну і крохмалю, варіант удобрення N120P130K130 + N30 у підживлення забезпечив найбільший збір сирого протеїну з гектара, хоча вміст крохмалю був дещо меншим.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для забезпечення високих врожаїв зерна кукурудзи з відмінними якісними показниками в умовах Північно-Східного Лісостепу МХП «Урожайна країна» на чорноземних опідзолених легкосуглинкових ґрунтах рекомендується застосовувати збалансовану систему мінерального удобрення:

- Під оранку: внести фосфорно-калійне добриво в нормі P130K130;
- Під передпосівний обробіток: внести азотне добриво в нормі N120;
- У підживлення: додатково внести азот у нормі N30.

Такий підхід сприятиме ефективному забезпеченню рослин кукурудзи поживними речовинами, підвищенню врожайності та поліпшенню якісних показників зерна.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Агрогрунтове районування України. URL: <http://geomap.land.kiev.ua/zoning-2.html>.
2. Агрогрунтознавство: навч. посіб. / Лопушняк В. І., Данилюк, В. Б., Гаськевич О. В., Лагуш Н.І. Львів, 2016. 216с.
3. Андрущенко Г.О. Ґрунти Західних областей України, Л.: 1970. – 166 с.
4. Асанішвілі Н. М. та ін. Якість зерна кукурудзи залежно від технології вирощування в північній частині Лісостепу / Землеробство. Випуск 1-2, 2014. С.66-63.
5. БАЛЮК С., МЕДВЕДЄВ В. Як зберегти і примножити родючість ґрунтів України. URL.: <http://www.golos.com.ua/article/296709>
6. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / Березуцький В.В., Васьковець Л. А., Вершиніна Н. П. та ін.; За ред. проф. В. В. Березуцького. Х.: Факт, 2005. 384 с.
7. Березівський П. С., Більський Б. В., Дудаш Я. Я., Березівський З. С. Організаційно-економічні параметри ресурсощадних технологій виробництва продукції рослинництва і тваринництва. – Львів: Українські технології, 2000. 221с.
8. Гончар М. Т. Экологические проблемы сельскохозяйственного производства. Львов: Вища школа, 1986. 144 с.
9. Агрохімія. Лабораторний практикум. Лісовал А. П., Давиденко У. М., Мойсеєнко Б. Н. К.: Вища школа. 2007. 311 с.
10. Дем'янчук О. П. Вплив позакореневого підживлення на продуктивність кукурудзи // Матеріали науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів 29-30 листопада 2005 року. Чабани. – К.: ЕКМО, 2005. С. 49-51.
11. Діагностика стану хімічних елементів системи ґрунт–рослина. За ред. А. І. Фатєєва. В. П. Самохвалової. Харків: КП «Міськдрук», 2012. 146 с.

12. Довідник спеціаліста з охорони праці URL:
<https://www.sop.com.ua/news/1024-qqn-16-m8-08-08-2016-tematichniy-rubrikator-v-e-jurnal-dovdnik-spetsalsta-z-ohoroni-prats>
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
14. Екологізація секторів економіки: сільське господарство. URL.:
<http://www.ecoleague.net/pro-vel/tematychni-napriamy-diialnosti/ekolohizatsiia-sektoriv-ekonomiky/silске-hospodarstvo>.
15. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами сумісно з азотним мінеральним добривом / [В. С. Циков, М. І. Дудка, О. М. Шевченко та ін.]. Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва степ. зони НААН України. Дніпро: Нова ідеологія, 2016. № 11. С. 23–27.
16. Закон України «Про збереження ґрунтів та охорону їх родючості». URL.: <https://ips.ligazakon.net/document/NT0506>.
17. Змінюється клімат – змінюється й технологія. Як пристосувати успішне вирощування кукурудзи до змін клімату. 22 червня 2017 р. URL.:
<https://superagronom.com/articles/79-zminyuyetsya-klimat--zminyuyetsya-y-tehnologiya-yak-pristosuvati-uspishne-viroshchuvannya-kukurudzi-do-zmin-klimatu>.
18. Кукурудза – основні вимоги до вирощування. *Журнал Агроном*. URL.:
<https://agronom.com.ua/kukurudza-osnovni-vymogy-do-vyroshhuva/>
19. Культура кукурудза на зерно (особливості вирощування та зберігання). URL.: <https://agrarii-razom.com.ua/culture/kukurudza-na-zerno>
20. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: "Українські технології", 2006. 730 с.
21. Лихочвор В. Система удобрення кукурудзи. URL.: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/435-systema-udobrennia-kukurudzy.html>,

22. Лізунков Є. М., Березівський П. С. Економічне обґрунтування дипломних робіт. Львів: 1990. 40 с.
23. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою. Є.М. Лебідь, В.С. Циков, Ю.М. Пащенко. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.
24. Методичні рекомендації для виконання розділу “Охорона праці” в дипломних роботах студентами агрономічного факультету (укладачі: Ю. О. Ковальчук, І. М. Городецький) ЛДАУ, 2000. – 11 с.
25. Методичні рекомендації для написання розділу дипломної роботи “Охорона довкілля” (укладачі: В. В. Снітинський, М. Т. Гончар, Б. О. Сабан) ЛДАУ, 1999. 15 с.
26. Минеев В. Г. Экологические проблемы агрохимии: Учебное пособие. - М.: Издательство МГУ, 1987. – 285с.
27. Мокрієнко В. А. Мінеральне живлення кукурудзи / В. А. Мокрієнко // Хімія. Агрономія. Сервіс. – 2008. – № 13–14 (257–258) – с. 6–7.
28. НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ. КУКУРУДЗА. ТЕХНІЧНІ УМОВИ. ДСТУ-4525:2006. №326 від 12.09.2009. URL.: <https://kolosok.infog4>
29. Основи загальної екології: електронний підручник з екології / Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара. URL.: <https://studfile.net/preview/2425687/>
30. Панников В. Д., Минеев В. Г. Почва, климат, удобрение и урожай. М.: Колос, 1977. 416 с.
31. Писаренко, В. М. АГРОЕКОЛОГІЯ : навч. посіб. / В. М. Писаренко, П. В. Писаренко, В. В. Писаренко. - Полтава, 2008. С. 253-255.
32. Польовий В. М. Лукащук Л. Я. Агрономічна ефективність удобрення зернової кукурудзи хлоридом калію на темно-сірих опідзолених ґрунтах Північно-Західного Лісостепу / Вісник ЛНАУ, агрономія. 2012. С.25-32.
33. Рациональное удобрення кукурудзи URL.: <https://www.dekalb.ua/novinita-podii/racional-ne-udobrenna-kukurudzi>

34. Технологія вирощування кукурудзи URL.:
<http://www.semagro.com.ua/info/tehnologija-viroshuvannja-kukurudzi-415.html>
35. Типові норми безоплатної видачі спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам сільського господарства.
36. Температура повітря і опади за даними метеоспостережень Метеостанції м. Броди. URL: <https://meteorpost.com/weather/climate/>
37. Температура повітря, опади і вітряність за даними метеоспостережень Метеостанції м. Броди, URL:
https://meteo.gov.ua/ua/33345/climate/climate_stations/41/7/
38. Фізико-географічне зонування України. URL: <http://geomap.land.kiev.ua/zoning-1.html>
39. Фотосинтетичні показники гібридів кукурудзи залежно від груп стиглості та строків сівби/І. В. Михаленко, В. Г. Найдъонов, В.М. Нижеголенко, В. О. Ярмач. Зрошуване землеробство. 2013. Вип. 59. С. 39–43.
40. Циков В. С. Кукуруза: технологія, гібриди, семена / В. С. Циков. Днепропетровск: Изд. Зоря, 2003. 296 с.
41. Циков В. С. Особливості технології вирощування кукурудзи в умовах недостатнього і нестійкого зволоження степової зони України / В. С. Циков // Пропозиція. 2000. № 4. С. 39–41.
42. Шпаар Д., Гінапп К., Каленська С. Кукурудза. Київ : Альфа-ставія ЛТД. 2009. 396 с.
43. Якобенчук В. Ф. Грунтознавство з основами геоботаніки і агрохімії. – Львів: ЛДАУ, 1998. 236с.
44. Якунін О. П., Пащенко Ю. М., Рибка В. С. Ефективність вирощування гібридів кукурудзи в різних технологічних системах. Вісн. Дніпропетр. держ. аграр. ун-ту. 2005. № 1. С. 7–11.

45. Яқунін О. П., Румбах М. Ю. Економічна і біоенергетична ефективність вирощування гібридів кукурудзи в умовах північної підзони Степу України. Вісн. Дніпропетр. держ. аграр. ун-ту. 2010. № 1. С. 25–27.
46. Яцук І., Панасенков Р. Ґрунти потребують захисту. Журнал Верховної ради України «Віче». №15, 2013. URL.:
<http://www.iogu.gov.ua/publikaciji/statti/grunty-potrebuyut-zahystu/>

ДОДАТКИ