МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРЇАНИ

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет агрономії

Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

Допущено до захисту

«____» _____ 2023 р.

Зав. кафедри, канд. с.-г. наук, доцент,

_____Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ступеня вищої освіти магістр

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНИХ РІВНІВ УДОБРЕННЯ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконала: студентка ІІ курсу, групи 22 м-а

спеціальності 201 Агрономія

НЕСВЯТА Анастасія Вікторівна

Керівник: к. с.-г. н., доцент Олена ЧЕРНО

Умань–2023

ЗМІСТ

	ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1.	**ЕКОЛОГО-АГРОНОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ**	5
1.1	Вимоги кукурудзи до факторів життя	5
1.2	Реакція кукурудзи на удобрення	
РОЗДІЛ 2.	**ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**	15
2.1	Біологічні особливості кукурудзи	15
2.2	Характеристику гібриду ДКС 3511	15
РОЗДІЛ 3.	**УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**	17
3.1	Ґрунтові умови	17
3.2	Погодні умови	18
3.3	Схема досліду	19
3.4	Агротехніка вирощування кукурудзи у досліді	20
3.5	Методика проведення досліджень	21
РОЗДІЛ 4.	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	22
4.1	Динаміка вмісту елементів живлення за різних доз мінеральних добрив під кукурудзою	22
4.2	Вплив погодних умов на настання фаз розвитку кукурудзи	27
4.3	Вплив удобрення на врожайність кукурудзи гібриду ДКС3511	30
4.4	Зміна показників якості зерна під впливом удобрення	33
РОЗДІЛ 5.	**ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ПІД КУКУРУДЗУ ГІБРИДУ ДКС 3511**	38
РОЗДІЛ 6.	**АНАЛІЗ ПРИРОДНОГО НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА УМОВ ОХОРОНИ ПРАЦІ ЗА ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ**	41
6.1.	Охорона природного середовища при застосуванні добрив	41
6.2.	Аналіз умов охорони праці за внесення добрив	43
	ВИСНОВКИ	46
	ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	46
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47
	ДОДАТКИ	53

ВСТУП

Актуальність досліджень. Кукурудзі належить головна роль у вирішенні проблеми продовольчої безпеки людства. В останні роки спостерігається високі темпи підвищення її врожайності, порівняно з іншими зерновими культурами, посівні площі якої постійно збільшуються [1]. В Україні вона займає першість у списку найбільш поширених культур. Так, у 2022 році було відведено майже 5,48 млн га, що майже на 547 тис. га більше, ніж у попередньому році. В Україні валовий збір зерна кукурудзи становить більше 34,3 млн т., і є найвищим показником за останні чотири роки. Середня врожайність кукурудзи знаходиться на рівні 6,8 т/га. Найвища врожайність у Хмельницькій області (9,7 т/га), Волинській (9,2 т/га) та Вінницькій (8,8 т/га) областях [2, 3].

Відомо, що головним обмежувальним фактором реалізації генетичного потенціалу даної культури є погодні умови, адже їх зміна призводить до суттєвого варіювання врожайності [4].

Наукова новизна представлених досліджень полягає у вивченні закономірностей та агрохімічному обґрунтуванні впливу різних доз мінеральних добрив на врожай та вихід білка гібриду кукурудзи ДКС 3511.

Особистий внесок здобувача. Авторка самостійно за тематикою досліджень опрацювала та систематизувала дані наукової літератури, безпосередньо брала участь у закладанні та проведенні польових, лабораторних досліджень, вміло їх узагальнила та провела статистичний аналіз отриманих даних.

Практична цінність одержаних результатів. В результаті довготривалого застосування різних доз добрив встановлено економічно доцільну дозу добрив під кукурудзу гібриду ДКС 3511.

Апробація результатів. Результати досліджень апробовані на III International Scientific and Theoretical Conference «Scientific forum: theory and practice of research» Valencia, Spain. 2023. 10 березня, Іспанія. (додат. А).

РОЗДІЛ І

ЕКОЛОГО-АГРОНОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ

1.1. Вимоги кукурудзи до факторів життя

Кукуруза (Zea maysL.) – одна з найбільш розповсюджених зернових культур у світі та має велике значення як продукт у харчуванні населення, раціонах годівлі тварин, сировина для виробництва біоетанолу. У багатьох країнах, що розвиваються, від 50 до 55%від загального виробництва зерна кукурудзи використовується для виробництва продуктів харчування.

За прогнозами вчених підвищення температури повітря в Північній півкулі продовольча безпека країни буде суттєво залежати від того, наскільки швидко адаптується сільське господарство до змін клімату [1], адже їх наслідки можуть бути досить складними й неоднозначними. Проте, на думку інших вчених підвищення температури на 2–2,5 С навпаки може сприяти підвищенню врожайності багатьох сільськогосподарських культур, які вирощуються у у країнах з більш проходним кліматом. За межами цього потепління врожайність всіх сільськогосподарських культур зменшуватиметься в результаті нестачі вологи та поживних речовин [5, 6.]. Дослідженнями вчених з Китайської академії наук [6–8] середня врожайність кукурудзи може знизитися до 2050 року на 12,9 %, а до 2080 року – на 22,7 %.За даними [4, 7–10], головною проблемою, що впливає на ростові процеси, а також продуктивність даної культури є зміна погодних умов, у бік потепління, що в свою чергу призводить до внутрішньосезонної зміни її врожайності.

Як прогнозуються вчені, до 2030 року в різних районах нашої планети теплий період збільшиться на 16–22 доби, а сума ефективних температур (вища +5 °С) буде становити на 437–481 °С.

Нині в Україні підвищення температури становить 1–1,5 °С і наближається до 2 °С. Так, травень і всі літні 2022 р. стали справжнім випробуванням для аграріїв Черкаської області, постільки рік був надзвичайно спекотним і тривалий період характеризувався відсутністю опадів. Тому розроблені вченими рекомендації із зональних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур внаслідок таких змін кліматичних умов виявилися малоефективними й застарілими. Все це спонукає до розробки нової та постійного удосконалення, оптимізації технологій вирощування культур [5].

Загальновизнано, що продуктивність сільськогосподарських культур залежить від впливу комплексу абіотичних і біотичних чинників, серед яких значущим є фактор системи живлення [7, 8]. Останніми роками у сучасному аграрному ринку існує стабільний попит на зерно кукурудзи.

Товаровиробники, які можливість збуту продукції, розширюють посівні площі під даною культурою. Проте відсутність оптимально-збалансованої системи живлення кукурудзи, особливо в ґрунтово-кліматичних зонах, де переважають малородючі грунти (ясно-сірі, дерново-підзолисті ґрунти), можуть лише на 45-65 % реалізувати генетичний потенціал продуктивності сучасних гібридів [11].

Важливим завданням в агрономії залишається впровадження ефективних методів використання природних ресурсів, що забезпечують отримання високих і стабільних врожаїв зерна кукурудзи. Для досягнення цієї мети, важливо враховувати перспективність показників теплозабезпечення, вологозабезпечення та інших природних критичних факторів, так як від них залежить рівень агротехніки для кожної конкретної агрокліматичної зони. Беручи до уваги результати аналізу статистичного матеріалу, слід відмітити, що продуктивність кукурудзи в Україні на 19–25 % залежить від погодних умов року, що вказує на значну залежність виробництва від нерегульованих факторів. Тому, детальне вивчення та врахування агрокліматичних ресурсів і генотипічних особливостей гібридів різних груп стиглості – додатковий,

беззатратний резерв підвищення урожайності, який на сьогодні у зонах кукурудзосіяння України не повністю використаний.

1.2. Реакція кукурудзи на удобрення

Якщо впродовж вегетації кукурудза забезпечена усіма факторами життя, то її ріст і розвиток буде протікати нормально [10].

Використання поживних речовин даною культурою займає досить тривалий період – практично до настання фази воскової стиглості зерна. Тобто кукурудза їх споживає майже до кінця своєї вегетації. Майже 90 % поживних речовин вона засвоює до фази молочної стиглості зерна. Більше ½ поживних речовин використовується за короткий проміжок часу (в період швидкого росту) – викидання волоті– початок цвітіння. Максимальний їх вміст в урожаї нагромаджується в період фазу воскової стиглості зерна. Рослини кукурудзи накопичують основну масу органічної речовини у фази від викидання волоті до воскової стиглості зерна [8, 12]. Критичними для формування високопродуктивних посівів є періоди: появи 2–3 листки (диференціація стебла), також фаза 6–7 листків (у якій закладається розмір качанів), поява та цвітіння качанів і волотей. Кукурудза вимоглива до родючості ґрунту.

Кукурудза споживає в 1,5–2,0 рази більше поживних речовин, ніж інші зернові культури, оскільки має тривалий період вегетації [13] та властивість рослини засвоювати поживні речовини до самого завершення дозрівання зерна (воскової стиглості). На формування 1 ц зерна кукурудза витрачає 1,7–3,4 кг азоту, 1,0–1,8 кг фосфору, 1,9–3,6 кг калію, 0,4–1,0 кг кальцію та магнію, 0,3–0,4 кг сірки, 1,1 г бору, 1,4 г міді, 11 г марганцю, 0,09-0,1 г молібдену, 8,5 г цинку, 2,0 г заліза [14–17].

Загальновідомо, що на продуктивність кукурудзи азотні добрива мають більш вагомий вплив, порівняно з іншими макродобривами. Проте на його засвоюваність рослинами впливають багато чинників: а саме низькі

температури, надмірна кількість опадів, що в свою чергу призводить до гальмування росту і розвитку рослин, а також є причиною жовкнення листків.

Максимальний період споживання азоту кукурудзи спостерігається в період інтенсивного росту рослин тобто за два тижні до викидання волоті [15–18].

Дослідження свідчать, що за рахунок внесення азотних добрив покращується родючість ґрунту та підвищується врожайність сільськогосподарських культур, зокрема урожай зерна (від 43 до 68%) і біомаси (від 25 до 42%) кукурудзи [19–21]. В дослідах, проведених у Земун Полі (Сербія) також зазначено, що більш високі норми азоту на фоні традиційного обробітку ґрунту сприяли збільшенню врожайності кукурудзи і поживної цінності зерна за рахунок підвищеного рівня вмісту білків глутатіон і фітинового фосфору [22]. Встановлено, що на темно-каштанових ґрунтах (дослідження проводились в Інституті ЗЗ НААН) збільшення доз азотних добрив від 120 до 150 кг/га д.р. практично не позначилось на приростi врожайності. І лише внесення азотних добрив дозою N_{180} забезпечило істотний приріст врожаю на рівні 1,34 т/га [23].

Численними дослідженнями, які проводились в різних ґрунтово-кліматичних зонах було встановлено, що припосівна норма азотних добрив не повинна перевищувати 5 кг/га д.р., до того ж між добривом і насіниною повинен бути прошарок 2–4 см прошарок ґрунту. Це пов’язано з тим, що висока концентрація ґрунтового розчину може пошкодити насіння [24].

Окрім позитивного впливу на врожайність, азотні добрива сприяють і поліпшенню якості зерна, підвищуючи вміст жиру та білка у ньому, при цьому змінюється і хімічний склад рослин [26, 27]. За даними [28], за внесення мінеральних добрив дозою N90P60K80, підвищувався вміст азоту в зерні на 0,08 %, фосфору – 0,09 % і калію – на 0,1 %.

В той же час інші вчені стверджують, що застосування мінеральних добрив не впливає істотно на вміст у зерні кукурудзи крохмалю та жиру [25].

Фосфор, які азот, є також головним елементом живлення для кукурудзи, оскільки він впливає на проростання насіння, на утворення кореневої системи, а також підвищує стійкість рослин до несприятливих умов. За дефіциту фосфорних добрив погіршується утворення качанів, затримується дозрівання рослин, уповільнюється ріст коренів, стебла, листків. Рослини використовують сполуки фосфору майже до дозрівання качанів. Тому при розробці системи удобрення кукурудзи передбачають припосівне його внесення дозою 10–20 кг/га [27, 28].

В той же час іншими дослідженнями було встановлено, що за підвищеного вмісту рухомих сполук фосфору у ґрунті приріст врожайності кукурудзи від застосування фосфорних добрив був неістотним, а за високого вмісту практично не проявлявся [29]. За даними [30] на чорноземах звичайних малогумусних одностороннє внесення фосфорних добрив не справляло позитивного впливу на врожайність цієї культури. В той же час їх внесення на фоні азотних і калійних добрив забезпечило одержання найвищих приростів врожайності (1,81 т/га) .

Встановлено [25], що внесення фосфорних добрив позитивно впливає на білку і жиру в зерні кукурудзи.

Кукурудза також добре реагує на калійні добрива. Калій підвищує стресостійкість рослин до несприятливих умов, до хвороб, та шкідників, підвищує міцність стінок стебел [31]. Він також позитивно впливає на утворення качанів, нагромадження цукрів, крохмалю. Максимальний період його використання рослинами спостерігається в другій половині вегетації. Найбільша ефективність від застосування калійних добрив спостерігається на ґрунтах легкого гранулометричного складу, оскільки валові запаси калію в цих ґрунтах незначні. Тому виникає нестача цього елементу живлення особливо у калієфільних культурах.

За нестачі калію різко зменшується активність ферментів, уповільнюються процеси синтезу та дисиміляції вуглеводів. Верхівки листків відмирають, а їх краї висихають [31].

Аналіз світового виробництва зерна кукурудзи показує, що підвищення її продуктивності майже на 50–60 % залежить від селекційно-генетичного матеріалу і на 40 % – удосконаленням технології вирощування [6, 21, 32].

Встановлено [33], що на лучно-чорноземних карбонатних ґрунтах, що доза $N_{110}P_{80}K_{80}$ найліпше впливала на якість зерна кукурудзи, при цьому вміст протеїну підвищувався на 1,1 %.

Загальновідомо, що погодні умови дуже впливають на врожайність кукурудзи. У період цвітіння відсутність опадів та брак вологи в 100 см шарі ґрунту є не тільки обмежувальним, а головним чинником втрати потенційного врожаю кукурудзи. Не скоригована система удобрення та невдалий підбір гібридів за нестачі опадів є основною причиною недобору врожаю кукурудзи. У весняний період на початкових етапах росту кукурудзи під впливом низьких температур рослини повільно розвивались і сильно відставали у рості та розвитку. В той же час, коли при сівбі застосовувались стартові дози добрив, сходи кукурудзи були більш рівномірними, коренева система була розвинутою, що сприяло в подальшому нормальному формуванню та наливу зерна [1, 5, 6].

Наприклад, на чорноземах опідзолених (Вінницька область) застосування припосівного удобрення фактично в посушливі роки забезпечило формування врожаю кукурудзи на рівні 7,9 т/га. В той же час за на ділянках, де добрива вносили під культивацію кукурудзу було скошено на силос [32].

В різні часи живленням кукурудзи займалось багато вчених [15, 19, 32–36]. Дослідженнями, що проводились в умовах Західного Лісостепу на дерново-підзолистих ґрунтах встановлено, що за дози N120P90K90 врожайність кукурудзи підвищувалась на 30–38 %, порівняно з ділянками, де добрив не вносили [28]. Аналогічні результати були о одержані у дослідах С. Танчика та Л. Центила, де приріст врожайності кукурудзи за внесення мінеральних добрив дозою по 90 кг/га д.р. підвищувався на 25 %, а за її збільшення до 120 кг/га – на 31 % [36].

Практика застосування макроелементів, побудована на розробках десятилітньої давності, може не відповідати потребам сучасних гібридів кукурудзи в елементах живлення [37, 38, 39]. На сірих лісових ґрунтах було встановлено, що коли на фоні заробляння побічної продукції вносили мінеральні добрива $N_{65}P_{50}K_{65}$ було одержано 5,3 т/га зерна, в той же час як генетичний потенціал гібриду, що вирощувався був на рівні 10–11 т/га. Це переконливо свідчить про те, що для гібридів нового покоління така доза добрив є недостатньою. Аналогічні результати одержані й іншими дослідниками [40, 41].

В умовах Лісостепу рекомендована доза під кукурудзу становить $N_{120}P_{90}K_{90}$. Вона забезпечила врожайність кукурудзи на рівні 7,0–7,5 т/га. Зменшена удвічі доза добрив призвела до зменшення на 35 %. приросту врожайності. Максимальну врожайність зерна кукурудзи на рівні 9,33 т/га забезпечила доза $N_{180}P_{120}K_{180}$ [39].

В умовах Лісостепу Західного встановлено, що внесення мінеральних добрив дозою N90P60K60 сприяло підвищенню врожайності у гібридів кукурудзи селекції Інституту зернових культур НААН на 118–126 %, або на 1,6–2,0 т/га. При застосуванні дози N120P90K90 приріст врожайності до контрольного варіанту досліду, де добрива не вносили, склав 2,4–3,0 т/га, або 128– 139 % [41].

Встановлено, що за аналогічної дози внесення мінеральних добрив на сірому лісовому поверхнево олглеєному грунті під кукурудзу спостерігалось зростання маси 1000 зерен на 105,0–113,3 %. Збільшення дози мінеральних добрив (N120P90K90) сприяло підвищенню приросту врожаю до контролю в межах 114–133 % [42].

У тривалому досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства за насиченості 1 га сівозмінної площі по 135 кг/га д.р. врожайність кукурудзи гібриду ДКС 3511 складала 11,8 т/га. За цієї дози добрив частка впливу мінеральних добрив у формуванні врожайності становила 37 % [43].

В той же час в умовах Степу кукурудза ліпше реагувала на дозу $N_{60–90}P_{45–60}K_{40}$. Встановлено, що внесення під кукурудзу сипучих мінеральних добрив в оптимальних дозах за умови достатньої зволоженості ґрунту, забезпечує збільшення урожайності зерна культури на 30–40 % [44.]. Результати досліджень на ґрунтах чорноземного типу свідчать, що у разі внесення 258 і 516 кг/га NPK урожай кукурудзи збільшився порівняно з контролем (без добрив) відповідно на 1,47 і 1,85 т/га або 19,1 і 24,0 % [45]. За умови внесення під кукурудзу азоту 200 кг/га урожайність зерна культури була вищою відповідно на 17 і 8,5 %, ніж за дози азоту 100 і 150 кг/га [46].

Було доведено, що за достатньої кількості опадів ефективність від мінеральних добрив під кукурудзу зростає [5, 6, 11, 42, 47].

У польових дослідженнях, що проводились впродовж 2016–2019 рр. у північній частині Лісостепу на темно-сірому ґрунті, встановлено, що найвищу господарську продуктивність (10,08–12,10 т/га зерна у середньому за 2016–2019 рр.) посіви гібридів кукурудзи формували за високоінтенсивної технології вирощування, що передбачала внесення розрахованої на отримання 10 т/га зерна дози мінеральних добрив N240P120K240 у поєднанні з побічною продукцією попередника [48, 49].

Важливим резервом підвищення продуктивності агрофітоценозу кукурудзи є зростання індивідуальної продуктивності рослин у посіві за рахунок покращання основних елементів структури через індукування позитивної реакції господарсько-цінних ознак рослин під впливом елементів технології вирощування. Формування високопродуктивних агрофітоценозів кукурудзи здійснюється шляхом управління процесами реалізації генетично зумовленого потенціалу з метою скорочення розриву між потенційною і реальною продуктивністю [48]. Переконливо доведена визначальна роль удобрення у підвищенні індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи та загальної продуктивності посіву. Зокрема, Ю. М. Пащенком зі співавторами виявлено, що зернова продуктивність майже на 50–55 % обумовлюється факторами формування маси зерна в качані під впливом удобрення, а кількість

качанів на рослині – більше залежить від біологічних особливостей гібриду [49]. Г. А. Свербенюк [37] встановив, що озерненість качана значно підвищується при збільшенні дози мінерального добрива та позакореневому підживленні рослин мікроелементними препаратами [8].

Новітні сорти і гібриди, неоднаково реагують на удобрення. Так у АФ «Хлібодар» на чорноземах звичайних встановлено, що внесення $N_{50}P_{50}$ під культивацію + $N_{10}P_{10}K_{10}$ при сівбі забезпечило зростання врожайності (залежно від гібридів) на 0,30–0,59 т/га [35]. В той же час в зоні достатнього зволоження встановлено, що одержання аналогічного приросту врожайності кукурудзи (0,28–0,47 т/га) забезпечила доза $N_{120}P_{90}K_{120}$ [27].

Під впливом мінеральних добрив в умовах зрошення продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості в середньому зростає на 40–74 %. Це збільшення відбувається прямо пропорційно до дози внесення азотних добрив. В умовах зрошення максимальну врожайність зерна кукурудзи було сформовано за застосування розрахункової дози мінерального добрива (у середньому по всіх досліджуваних гібридах – 12,71 т/ га). Практично такою самою – 11,89 т/га – вона була і за внесення рекомендованої дози добрива N150P90. Зрошення без застосування добрив по-різному збільшувало врожайність зерна кукурудзи. Для гібридів ранньостиглої групи цей приріст був значним – у середньому за три роки досліджень у 2,1 рази. Це пояснюється тим, що ранньостиглі гібриди є стійкішими до посухи через коротший вегетаційний період і менше вологоспоживання. Загалом приріст урожайності зерна кукурудзи від зрошення становив від 38 до 60 %. Ранньостиглі гібриди істотно не різнилися за рівнем урожайності. Гібриди середньостиглої групи істотніше реагували на зрошення. Так, за вирощування без добрив і зрошення ці гібриди формували в середньому 3,13 т/га, а на фоні зрошення – 10,27 т/га зерна, або у 3,3 раза більше. З гібридів середньопізньої групи урожайність зерна за зрошення без унесення добрив була вищою, ніж у гібридів абсолютного контролю без поливу та добрив на 3,32 т/га [50, 51].

Виходячи з наведеного огляду наукової літератури можна зробити висновок, що система удобрення кукурудзи потребує удосконалення відповідно до сучасних гібридів та змін клімату.

Тому, метою досліджень було виявити оптимальну дозу мінеральних добрив під кукурудзу в умовах Правобережного Лісостепу.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Біологічні особливості кукурудзи

Кукурудза – однорічна однодомна перехреснозапильна культура. Життєвий цикл її складається з двох основних періодів: вегетативного, коли відбувається формування коренів, стебел, листків, і генеративного, коли утворюються суцвіття, квітки, насіння [7]. Кукурудза теплолюбна. Зерно її починає проростати при температурі 8–9°С. При її середньодобових значеннях 12–13°С сходи з'являються на 20–22-й день, а при підвищенні її до 18–19 °С – на 8–9-й день. Сходи кукурудзи переносять невеликі заморозки (до мінус 2–3°С).

Кукурудза – посухостійка рослина. На проростання насіння вона потребує води 37–40 % від їхньої маси. Транспіраційний коефіцієнт становить 220-300, що свідчить про економне споживання вологи. Алежно від груп стиглості різні гібриди можуть споживати до 2500–4500 $м^3$/га води за вегетацію, включаючи вологу, що випарувалась з ґрунту.

Культура світлолюбна, короткого дня. За тривалості дня більше 12–14 годин вегетаційний період її продовжується. Кукурудза погано відзиваться на затінення, а в загущених посівах її розвиток затримується і качани практично не утворюються. Ця культура вимоглива до поживного режиму ґрунту [52].

2.2. Характеристику гібриду ДКС 3511

Оригінатор: Монсанто. Середньостиглий гібрид кукурудзи (ФАО – 330) з високими показниками врожайності. Має відмінні показники посухостійкості. Характеризується міцними і здоровими рослинами ремонантного типу. Можна використовувати на зерно і силос.

Тип зерна – зубоподібний. Висота рослин – 240–270. Кількість рядів – 16–18. Кількість зерен у ряду – 37–43 шт. Вміст крохмалю – 76,8 %. Маса 1000 зерен – 270–380 г.

Стійкість до стресових факторів і хвороб гібриду кукурудзи (DKC 3511): стійкість до вилягання – 8; до посухи – 9 балів; стійкість до гельмінтоспоріозу – 8; стійкість до сажки – 8; стійкість до фузаріозу – 8 балів.

Рекомендована густота на період збирання: за достатнього рівня вологозабезпечення – 70–75 тис. рослин/га; за недостатнього – 55–60 тис. рослин/га [53].

РОЗДІЛ 3

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Ґрунтові умови

Дослідження проводилися на чорноземах опідзолених важкосуглинкових на лесах. Ці грунти залягають на добре дренованих вододілах та їх схилах. Вони займають проміжне місце між темно-сірими та типовими чорноземами. Тому у їх профілі помітні ознаки як чорноземних грунтів, так і опідзолених за рахунок переміщення грунтових колоїдів.

Будова профілю: гумусний горизонт становить 35–45 см, він темно-сірого кольору з кремнеземистою, структура цього шару зернисто-грудкувата, перехід в нижній горизонт поступовий; НРі – це перехідний, верхній, слабо-ілювійований горизонт має темно-буре забарвлення, його товщина становить 30–40 см, досить ущільнений; РНі – нижній перехідний слабоілювійований 35–45 см, має темно-буре, переходить у породу по лінії залягання карбонатів. Рk – з глибини 120 см і більше частіше карбонатний лес.

Чорноземі опідзолені характеризуються такими агрохімічними показниками – вміст гумусу 3,5–5,0 %; співвідношення гумінових кислот до фільфокислот (Сгк: Сфк) = 1,2–1,5, реакція грунтового розчину – слабокисла (рН 5,6–6,5), ступінь насиченості основами становить 75–90 %, гідролітична кислотність становить 2,0–3,5 смоль/кг ґрунту. Вміст азоту та фосфору у чорноземах опідзолених більше, порівняно з темно-сірими ґрунтами. Потенціальна родючість висока – бонітет грунту становить більше 72 балів [54].

Грунт дослідної ділянки перед закладанням досліду характеризувався такими показниками: вміст гумусу у шарі грунту 0–20 см становив 3,2 %, Реакція середовища грунту слабокисла $pH_{(KCl)}$ – 6,0, і є оптимальною для всіх культур польової сівозміни, що вирощується у досліді. У шарі ґрунту 0–20 см

вміст рухомих сполук фосфору становить 92 мг/кг ґрунту, а обмінного калію – 98 мг/кг. З глибиною вміст елементів живлення знижується.

Отже, грунти господарства придатні для вирощування кукурудзи.

3.2. Погодні умови

Ще з початку вегетації кукурудзи погодні умови впливали на її ростові процеси. Так, весна 2021 р. була більш холодною і затяжною, порівняно з середньобагаторічними показниками. Сівбу кукурудзи провели лише в кінці 1-ї декади травня. Квітень-травень був досить прохолодним, а середня температура повітря за цей період була значно нижчою від багаторічних показників. У травні вона переважно була плюсовою, лише зрідка знижувалася до мінус 0,3 °С (рис. 1). Кількість опадів за цей період дослідження була на рівні середньобагаторічних показників і становила 56 мм (рис. 2). У 2021 р. на час сівби кукурудзи запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту склали 157 мм [12]. У травні місяці температура ґрунту на глибині 10 см варіювала в межах 10–17 °С.

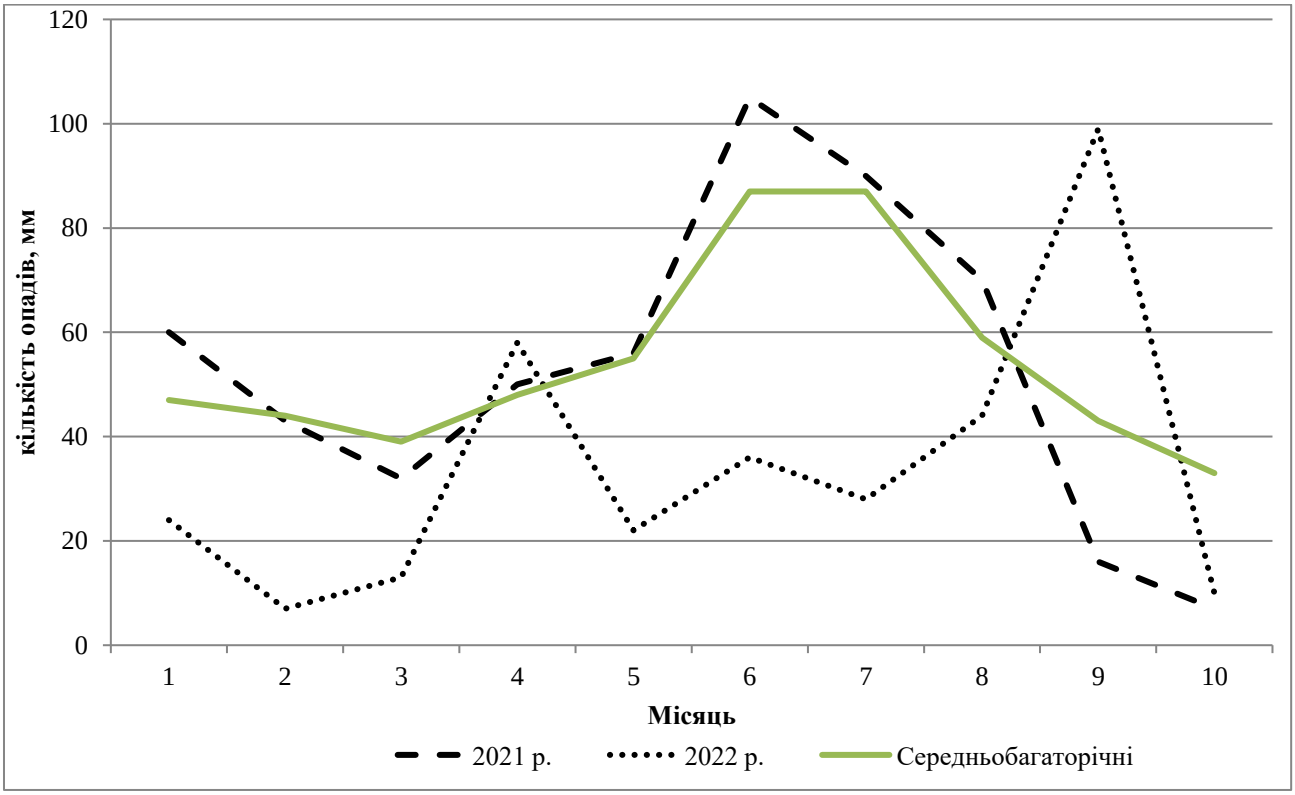


Рис. 1. Розподіл опадів за місяцями (за даними метеостанції Умань)

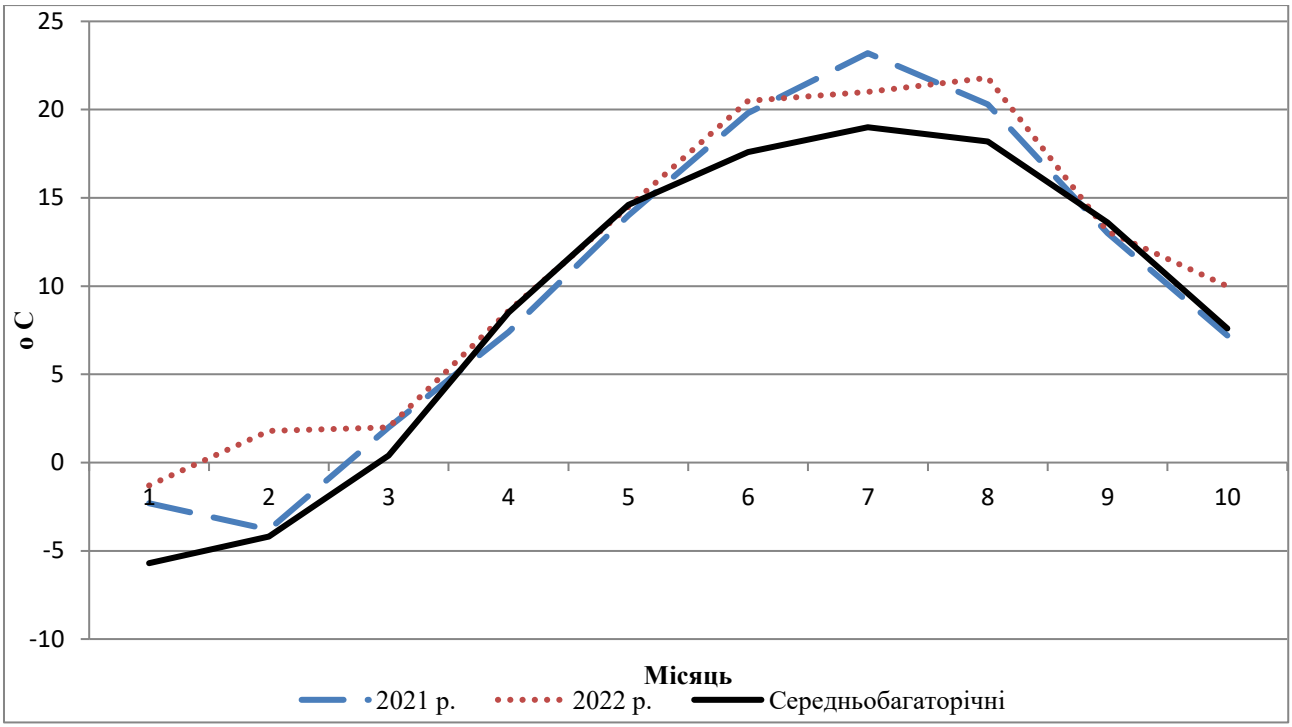


Рис. 2. Температура повітря у роки проведення досліджень (за даними метеостанції Умань)

3.3. Схема досліду

Для вивчення впливу різних доз мінеральних добрив на продуктивність кукурудзи було обрано наступні варіанти досліду (табл. 1).

Таблиця 1

Схема досліду

Насиченість 1 га площі сівозміни	Доза добрив під кукурудзу
Без добрив (контроль)	–
$N_{45}P_{45}K_{45}$	$N_{50}P_{50}K_{50}$
$N_{90}P_{90}K_{90}$	$N_{100}P_{100}K_{100}$
$N_{135}P_{135}K_{135}$	$N_{200}P_{200}K_{200}$

Загальна площа посівної ділянки – 180 м^2, облікової – 100 м^2, повторність досліду – триразова, розміщення варіантів – послідовне (рис. 3).

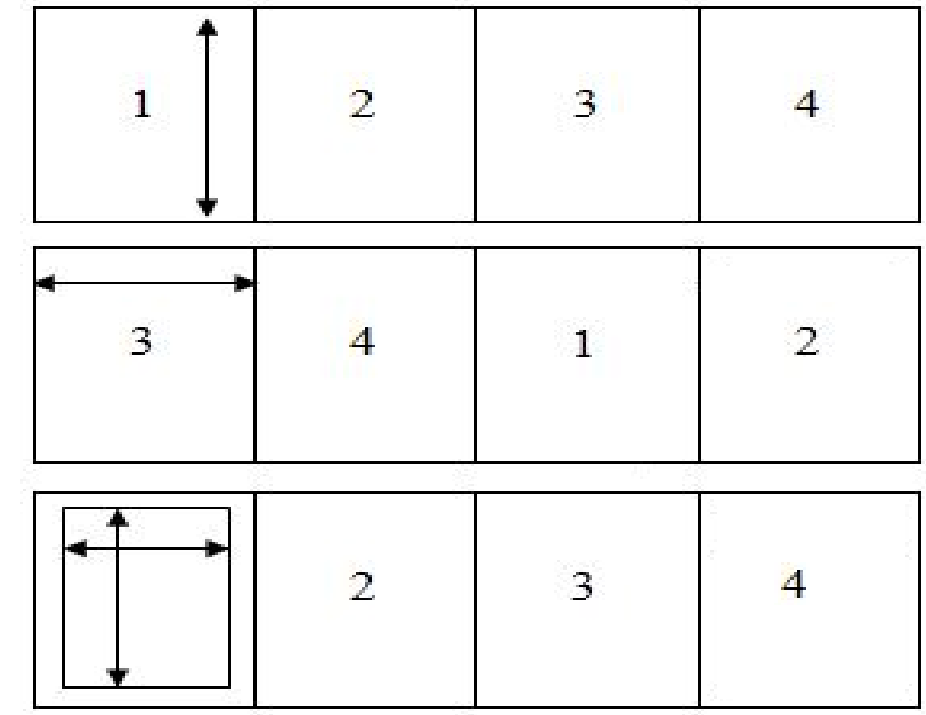


Рис. 3. Схема розміщення у досліді

3.4. Агротехніка вирощування кукурудзи у досліді

У тривалому досліді кафедри кукурудза розміщувалась після буряку цукрового. Після збирання попередника проводили дискування. Добрива у вигляді 34 % -ої аміачної селітри, 20 % -ного суперфосфату гранульованого та хлористого калію (60 %) вносили вручну. Оранку проводили на глибину 20-22 см проводили плугом ПЛН-4-35. Культивацію проводили на глибину 8–10 см культиватором КПС-4. та довсходове внесення гербіциду Харнес (3 л/га). Сівбу проводили відповідно сівалкою СУПН-6 в агрегаті з трактором МТЗ-89. Ширина міжрядь 70 см; норма висіву – 60 тис. шт. на гектар. Після цього ґрунт прикочували ЗККШ-6А. В 2-й декаді травня проводили для боротьби з бур'янами вносили гербіциди Хармоні (200 мл/га) + Конвой 0,8 г/га. У фазу 4–5 листків проводили міжрядну культивацію. У фазу 6 – 10 листків посіви обприскують проти лучного метелика при наявності 10 особин гусені або 2-3 личинок саранових на 1 м2, або 10 – 15 особин хлібної полосатої блохи. Збирання врожаю проводили суцільним поділяночним методом.

3.5. Методика проведення досліджень

Програмою досліджень передбачалось спостереження за особливостями росту, розвитку рослин кукурудзи та формування зернової продуктивності гібриду ДКС 3511 за різних доз мінеральних добрив, а також визначення економічної ефективності досліджуваних елементів технології вирощування згідно методик польового досліду [55].

Для визначення вмісту нітратного азоту, рухомих сполук фосфору і калію грунтові проби відбирали у шарі 0–20 см.

В дослідах проводились наступні обліки та спостереження за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур»;

- висоту рослин визначали на 50 закріплених рослинах у 2-х несуміжних повтореннях;

- визначення урожайності зерна методом відбирання проб рослин.

- визначення маси 1000 насінин проводили гравіметричним методом за ДСТУ 4138-2000;

- визначення вмісту протеїну та жиру визначали на приладі „Інфрапід-61“.

Математичну обробку одержаних результатів здійснювали за допомогою дисперсійного аналізу з використанням сучасного пакету програми Excel та персонального комп'ютера.

Економічну ефективність обчислювали за технологічною картою за цінами, що склались у 2023 році.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Динаміка вмісту елементів живлення за різних доз мінеральних добрив під кукурудзою

Головним фактором у формуванні врожаю сільськогосподарських культур і його якості є активна речовина мінеральних добрив. у рослинництві частка мінеральних добрив в енерговитратах перевищує 60 %.

Для формування необхідних об'ємів конкурентоспроможної продукції застосування мінеральних добрив необхідно довести до 8–9 млн т поживних речовин, або 270–330 кг/га посіву. Розрахунки, проведені вченими показують, що для формування лише валового збору зерна не вистачає всієї наявної органічної маси. Для цього необхідно додатково вносити 1,3 млн т д. р. азоту [55].

Сучасні й адаптовані до умов зони вирощування сорти й гібриди кукурудзи володіють високим потенціалом урожайності. Проте для його прояву рослинам упродовж вегетації необхідно створити оптимальні умови згідно з їх потребами, у т.ч. задовольнити вологою, поживними речовинами, захистити від шкідливих організмів тощо. В зоні нестійкого зволоження головними чинниками, що лімітують урожай, є забезпеченість рослин вологою та оптимізація живлення.

Забезпеченість рослин кукурудзи поживними речовинами упродовж вегетаційного періоду є стабілізуючою основою більшості агротехнологій вирощування даної культури. загальновідомо, що значно покращити поживний режим ґрунту можна лише шляхом оптимізації живлення рослин. Раціональне використання добрив сприяє покращенню родючості ґрунту і ростовим процесам рослин. Дослідники відмічають, що кукурудза є досить вимогливою до умов мінерального грунтового живлення і за своєю специфікою може бути

ефективно використана для моделювання зміни поживного режиму, з на застосування різних доз добрив [38].

Дослідженнями встановлено, що за оптимізації живлення рослин значення попередника нівелюється, а внесені добрива мають значно вищу окупність на більш збіднених ґрунтах, після непарових попередників . Багатьма дослідниками визначено досить тісний взаємозв'язок між кількістю внесених добрив, вмістом рухомих форм елементів. живлення в ґрунті та сформованим при цьому рівнем урожайності вирощуваної культури, зокрема пшениці ярої [37].

Дослідження з вивчення впливу мінеральних добрив на поживний режим ґрунту, переконливо свідчать про те, що за їх внесення вміст основних елемебнтів живлення підвищується що позитивно відображається на ростових процесах кукурдзи протягом її вегетації.

Доведено, що чим більше чим більшу дозу мінеральних добрив застосовують, тим вміст цього елементу живлення в ґрунті буде вищим. Встановлено, що за оптимального рівня поживних речовин у грунті рослини краще переносять негативний вплив погодних умов, менше уражуються шкідниками і хворобами, краще ростуть і розвиваються, формують високоякісний врожай з [8, 9].

У нашому досліді ми визначали вміст мінерального азоту в грунті в орному шарі грунту (рис. 4). У контрольному варіанті досліді вміст мінерального азоту в грунті був низьким в обидва роки дослідження. У 2021 році за внесення під кукурудзу N50P50K50 його вміст підвищився на 3,0 мг/кг грунту. Збільшенна удівчі доза мінеральних добрив підвищила вміст цієї форми азоту на 6,0 мг/кг грунту, а за норми N200P200K200 він був найвищий і перевищував контрольний варіант досліду на 9 мг/кг ґрунту. Аналогічна закономірність спостерігалась і в 2022 році.

В середньому за роки досліджень у тривалому досліді кафедри на ділянках, де добрив не вносили упродовж 58 років, вміст мінерального азоту становив 14,5 мг/кг грунту, що відповідало низькому ступеню забезпеченості

грунту цим елементом живлення.

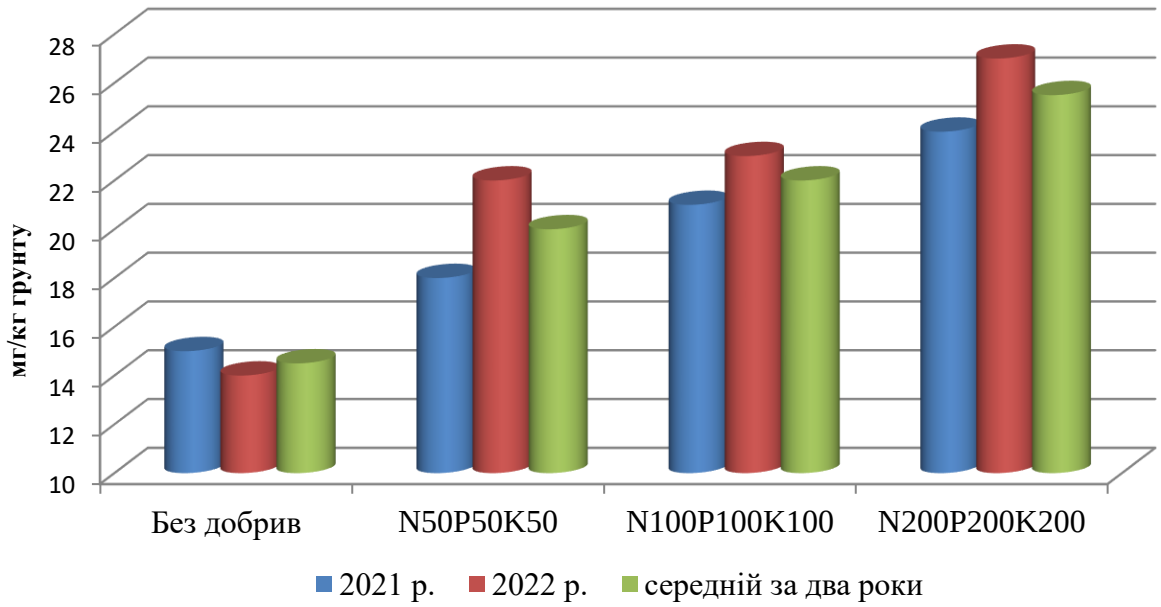


Рис. 4. Вплив різних рівнів родючості на вміст мінерального азоту в грунті

Коли ж безпосередньо під кукурудзу вносили по 50 кг\га д.р. його вміст підвищився на 58 %, а за внесення найвищої дози N200P200K200 - він підвищився на 76 %.

Метою наших досліджень було вивчити вплив мінеральних добрив на вміст рухомих сполук фосфору (рис. 5).

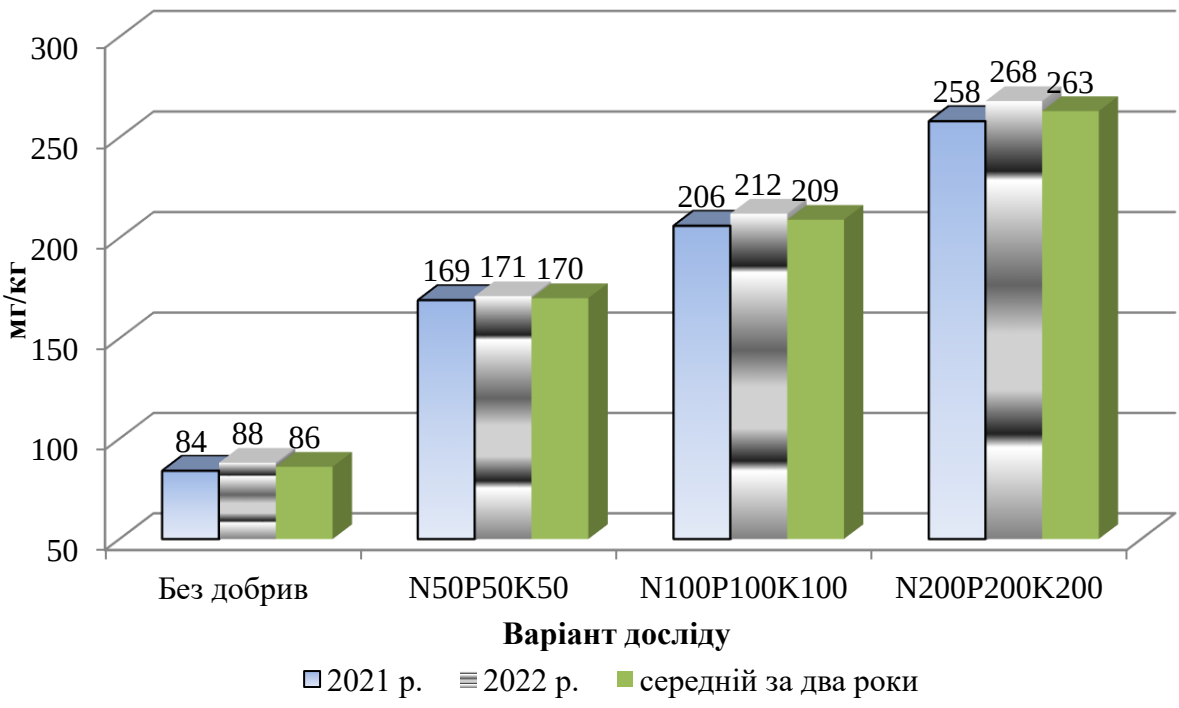


Рис. 5. Вплив різних рівнів родючості на вміст рухомих сполук фосфору в грунті

У контрольному варіанті досліді вміст фосфору в ґрунті був середнім в обидва роки дослідження. У 2021 році за внесення під кукурудзу N50P50K50 його вміст підвищився на 85 мг/кг ґрунту. Збільшена удівчі доза мінеральних добрив підвищила вміст цієї форми азоту на 122 мг/кг ґрунту, а за норми N200P200K200 він був найвищий і перевищував контрольний варіант досліду на 174 мг/кг ґрунту. Аналогічна закономірність спостерігалась і в 2022 році. Таке високе підвищення вмісту рухомих сполук фосфору у грунті можна пояснити тим, що у контрольному варіанті досліду, добрив не вносили у продовж 58 років, що призвело до виснаження грунту на цей елемент. Застосування дуже високих доз добрив призводило до значного підвищення його вмісту.

В середньому за роки досліджень у тривалому досліді кафедри на ділянках, де добрив не вносили упродовж 58 років, вміст фосфору становив 86 мг/кг грунту, що відповідало середньому ступеню забезпеченості грунту цим елементом живлення.

Коли ж безпосередньо під кукурудзу вносили N50P50K50 його вміст підвищився на 98 %, збільшена удвічі доза мінеральних добрив забезпечила зростання вмісту рухомих сполук фосфору на 143 %, а за внесення найвищої дози N200P200K200 - він підвищився на 206 % відповідно ступінь забезпеченості грунту калієм у цьому варіанті досліді був дуже високим.

В процесі наших досліджень ми дослідили вплив тривалого застосування добрив на вміст рухомих сполук калію за методом Чирикова (рис. 6).

У контрольному варіанті досліді вміст рухомого калію в ґрунті був високим в обидва роки дослідження. У 2021 році за внесення під кукурудзу N50P50K50 його вміст підвищився на 14 мг/кг ґрунту.

Збільшена удвічі доза мінеральних добрив підвищила вміст цієї форми калію на 26 мг/кг ґрунту, а за норми N200P200K200 він був найвищий і перевищував контрольний варіант досліду на 45 мг/кг ґрунту.

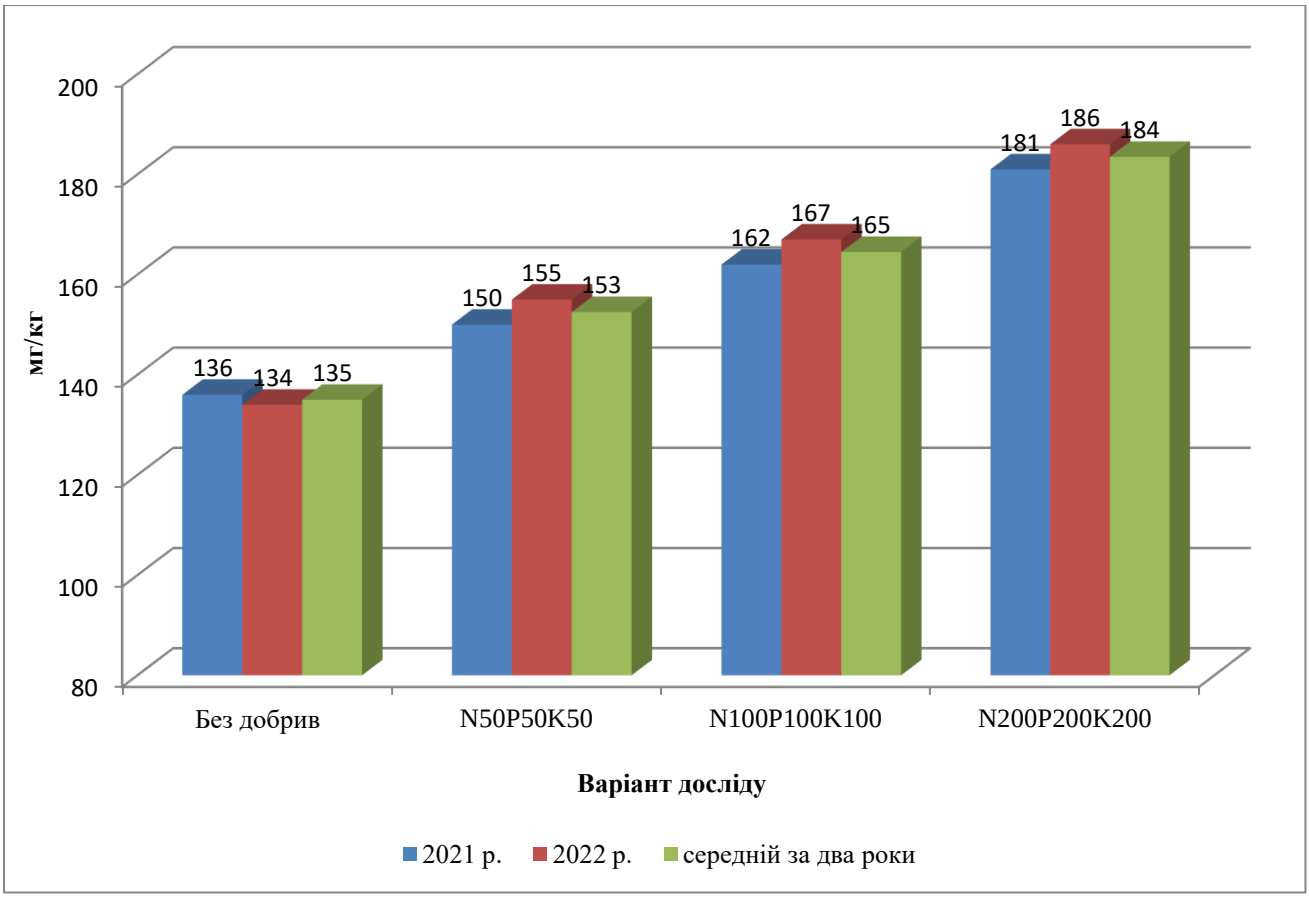


Рис. 6. Вплив тривалого (58-річного) застосування мінеральних добрив на вміст рухомих сполук калію

Аналогічна закономірність спостерігалась і в 2022 році.

В середньому за роки досліджень у тривалому досліді кафедри на ділянках, де добрив не вносили упродовж 58 років, вміст рухомого калію становив 135 мг/кг грунту, що відповідало високому ступеню забезпеченості грунту цим елементом живлення.

Коли ж безпосередньо під кукурудзу вносили 50 кг/га д.р. його вміст збільшився на 13 %, по 100 кг/га д.р. кожного елементу живлення цей показник підвищився на 22 %, а за внесення найвищої дози (по 200 кг/га д.р.) - на 36 % відповідно ступінь забезпеченості грунту калієм у цьому варіанті досліді був дуже високим.

Отже , тривале (58-річне) застосування мінеральних добрив у сівозміні покращувало поживний режим ґрунту, а саме вміст мінерального азоту,

рухомих сполук фосфору і калію, що може позитивно відобразитись на врожайність кукурудзи гібриду ДКС 3511.

4.2. Вплив погодних умов на настання фаз розвитку кукурудзи

За даними ФАО до 2030 р., теплий період у різних районах планети збільшиться на 16–23 доби, а сума ефективних температур (вища за +5 °С) – на 437–481 °С. На тепершній час в Україні підвищення температури наближається до 2 °С. Так, травень і всі місяці літа 2022 року стали справжнім випробуванням для аграріїв Черкащини, оскільки трималася постійна спекотна погода за відсутності опадів. Розроблені раніше вченими рекомендації із зональних технологій вирощування основних польових культур унаслідок таких змін погодних умов виявилися застарілими, а інколи й малоефективними. Такі виклики спонукають до постійного вдосконалення та оптимізації технологічних схем вирощування сільськогосподарських культур [57].

Погодні умови на початку вегетації впливали на ріст і розвиток рослин кукурудзи. Нашими дослідженнями встановлено, що у 2021 році масові сходи кукурудзи з'явилися 19–20 травня. На кінець травня на рослинах утворилось п'ять листків. Запаси вологи в шарі ґрунту були достатніми (150 мм) (табл. 2).

Таблиця 2

Дати сівби і настання фаз розвитку кукурудзи

Рік	Сівба	Сходи	5-й листок	9-й листок	15-й листок	Викидання волоті	Цвітіння волоті	Цвітіння качана	Стиглість			Тривалість вегетій-ного періоду, діб	Збирання урожаю
									молочна	воскова	повна		
2021	8.05	20.05	30.05	10.06	28.06	14.07	18.07	22.07	8.08	20.08	1.09	115	8.09
2022	27.04	11.05	23.05	4.06	30.06	12.07	19.07	19.07	2.08	19.08	5.09	130	15.09

Майже до середини червня ріст і розвиток кукурудзи проходив за умов дефіциту тепла та частих дощах зливового характеру, що негативно вплинуло на ростові процеси. Практично до середини червня ріст та розвиток рослин кукурудзи проходив в умовах дефіциту тепла. При цьому часті зливові дощі, що негативно впливали на ростові процеси рослин. Але, вже з початку з другої половини червня, спостерігалося різке підвищення середньодобові температури. Як свідчать дані метеостанції Умань, у червні місяці було 14 днів з температурою повітря що перевищувала 30 °С.

Незважаючи на жарку, посушливу погоду, пом'якшувальним чинником для кукурудзи були рясні роси, підвищена вологість повітря та періодичні дощі, що пройшли в цей період. З середини червня і практично до кінця цього місяця середньодобова температура повітря була високою й перевищувала кліматичну норму на 4 °С. Проте, за наявності вологи у ґрунті та відсутності суховійних процесів високі температури повітря негативно не вплинули на розвиток рослин. Вологозабезпеченість 100 см шару ґрунту на кінець червня залишалась оптимальною (140 мм) [12].

На кінець червня місяця стан посівів був можна оцінити як добрий (на цей час у рослин кукурудзи сформувалося 13–15 листків). Проте, стрімке накопичення тепла, високі температури повітря в цей період, обумовлювало скорочення тривалості міжфазних періодів. Вже 14 липня рослини були у фазі викидання волоті, 18 липня – відбулось цвітіння волоті, а вже 22 липня – качана.

У серпні випало 70 мм опадів і завдяки чергування спекотних днів з прохолодними створювалися задовільні умови для формування врожаю кукурудзи. 2.08 рослини були у фазі молочної стиглості зерна, а вже на початку вересня воно досягло повної стиглості. Тривалість вегетаційного періоду кукурудзи гібриду ДКС 3511 в цей період становила 130 діб.

У 2022 році сівбу кукурудзи провели у кінці 3-ої декади квітня. Температура повітря у цей період була на 1 °С нижчою за багаторічні показники, а вночі температура повітря знижувалася до мінус 1…+3 °С.

Максимальна температура повітря в основному не перевищувала 22–24 °С [12]. Значні опади у вигляді злив випали лише в третій декаді квітня (див. рис. 1). На час сівби ґрунт був досить зволожений і прогрітий. Сходи рослин кукурудзи з'явилися на початку другої декади травня.

Через низькі нічні температури повітря та ґрунту, умови для початкового росту й розвитку кукурудзи були малосприятливі, а розвиток рослин відбувався уповільнено, проте на кінець травня запаси вологи в орному шарі ґрунту були достатніми [12]. В середині третьої декади травня рослини знаходилися у фазі 3–5 листків.

Починаючи з червня місяця і практично майже весь літній період через нестачу опадів умови для росту та розвитку рослин кукурудзи були досить жорсткими (див. рис. 2). За період травень–липень 2022 р. випало лише 181 мм опадів, що на 131 мм менше ніж у 2021 році. В період інтенсивного росту ситуацію погіршило ще й підвищення температури повітря до +30–33 °С. Це все визивало пригнічення та денне в'янення рослин кукурудзи. На кінець червня сформувалося 13–15 листків (див. табл. 2). Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту становили 50 мм і були недостатніми, але загальний стан посівів кукурудзи ще залишався задовільним.

У липні 2022 року вегетація кукурудзи проходила за умов нестійкої погоди з чергуванням нетривалих періодів спеки (температура досягала +30–35 °С) з більш тривалими прохолодними періодами. На початку другої декади липня рослини були у фазі викидання волоті, а 19 липня – у фазі цвітіння волоті та качана.

У серпні та на кінець вегетації кукурудзи агрометеорологічні умови були контрастними. У першій декаді серпня зерно кукурудзи було у фазі молочної стиглості, а в третій декаді – зерно досягло воскової стиглості. У вересні випало майже 100 мм опадів, що стало причиною затримки збирання врожаю.

Отже, агрометеорологічні умови в роки проведення досліджень неоднозначно вплинули на врожайність кукурудзи.

4.3. Вплив удобрення на врожайність кукурудзи гібриду ДКС3511

Виробництво зерна в Україні є основою сільського господарства і стратегічною галуззю для держави. Завдяки сприятливим природно-кліматичним умовам, вигідному географічному розташуванню в нашій країні існують об'єктивні передумови для успішного вирощування кукурудзи. Кукурудза – є досить рентабельною культурою, про вона потребує великих матеріально-грошових витрат на її вирощування [26]. Вона характеризується високими потенційними можливостями для одержання рекордних врожаїв. Зафіксовано врожайність даної культури на рівні 20,0– 25,0 т зерна/га.

В той же час таких показників можна досягти лише за високоінтенсивної технології вирощування, яка забезпечує потреби рослини до факторів життя та передбачає корегування строків сівби, використання сучасних гібридів з низькою передзбиральною вологістю та оптимальне забезпечення рослин елементами живлення. та дотримання комплексного захисту рослин від шкідливих організмів.

Як свідчить світовий досвід виробництва зерна кукурудзи, що зростання її врожайності на 50–60 % відзначається селекційно-генетичним матеріалом та на 40 % залежить від технології вирощування [15].

Використання неякісного посівного матеріалу, навіть за дотримання технології вирощування на родючих грунтах і за внесення високих доз добрив не сприяє одержанню ні високого врожаю, ні якісного зерна, а рентабельність вирощування культури при цьому різко знижується [16, 18].

Зрозуміло, що людство не можемо змінити природні фактори, але впроваджуючи низку новітніх агротехнічних та агрономічних прийомів, можемо підвищити стресостійкість, посухостійкість рослин та вплинути на її імунітет, оптимізувати засвоєння поживних речовин, вологи для формування як вегетативної маси так і генеративних органів.

На разі створилася система уявлень, згідно якої всі агротехнічні прийоми розглядаються, як засіб створення оптико-біологічних систем-посівів,

призначених для найкращого використання сонячної радіації на фотосинтез і формування урожаю рослин [20].

Використання азотних підживлень добривами під час вегетації кукурудзи зумовлює підвищення адаптивності рослин до несприятливих стрес-факторів довкілля та сприяє покращанню інтенсивності ростових процесів і продуктивності [18-20, 23].

Дослідженнями встановлено, що врожайність кукурудзи змінювалась під впливом погодних умов та удобрення (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив удобрення на врожайність кукурудзи гібриду ДКС3511

Варіант досліду		Рік		Середня за два роки	Приріст	
Насиченість 1 га сівозмінної площі	безпосередньо під кукурудзу	2021	2022		+	%
Без добрив (контроль)	–	8,9	5,9	7,4	–	–
$N_{45}P_{45}K_{45}$	$N_{50}P_{50}K_{50}$	11,3	7,2	9,3	1,9	25
$N_{90}P_{90}K_{90}$	$N_{100}P_{100}K_{100}$	13,6	8,2	10,9	3,5	47
$N_{135}P_{135}K_{135}$	$N_{200}P_{200}K_{200}$	14,7	8,9	11,8	4,4	59
$НІР_{05}$		0,7	0,6	–	–	–

У 2021 р. біологічна врожайність кукурудзи була вищою, порівняно з 2022 роком, що пояснюється достатнім зволоженням кукурудзи. На ділянках, де добрив не вносили протягом 58 р. вона була досить високою і становила 8,9, що на 3,0 т/га більше, порівняно з 2022 роком. Під впливом удобрення вона збільшувалась на 2,4–5,8 т/га.

У 2022 р. у контрольному варіанті в результаті несприятливих погодних умов її врожайність була меншою, порівняно з 2021 роком. Але спостерігалась закономірність, що під впливом удобрення врожайність кукурудзи збільшувалась на 1,3–3,0 т/га.

В середньому за 2021–2023 рр. на ділянках без добрив врожайність складала 7,4 т/га. За внесення мінеральних врожайність вона підвищувалася на

25–59 %. Згідно статистичної обробки даних у досліді були одержані суттєві прирости врожаю кукурудзи між варіантами (додат. В, С).

Ми розрахували частку добрив у формуванні приросту врожаю (рис. 7).

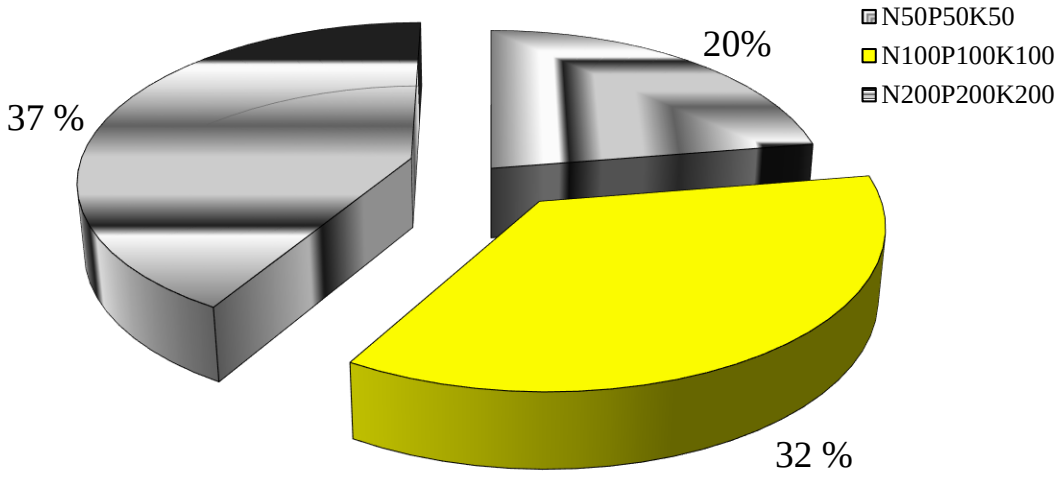


Рис. 7. Частка добрив у формуванні приросту врожаю, % (середня за 2021–2022 рр.)

Коли безпосередньо під кукурудзу вносили добрива дозою по 50 кг/га д.р., то частка приросту у формуванні приросту врожаю становила 20 %, за дози N100P100K100 вона становила 32 %, а коли застосовували N200P200K200, то частка добрив становить 37 %.

В той же час, розрахована нами окупність 1 кг мінеральних добрив приростом врожаю мала обернену залежність і зменшувалась з підвищенням доз добрив (рис. 8).

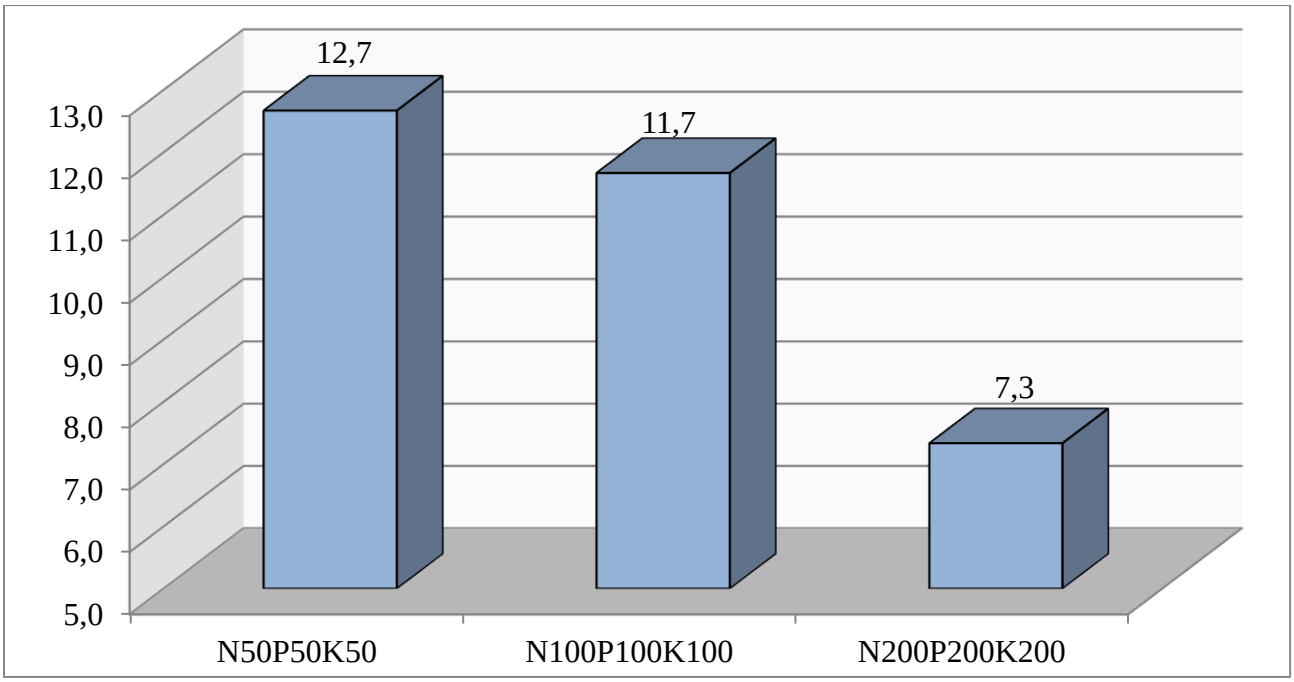


Рис. 8. Окупність 1 кг NPK приростом врожаю, кг (середня за 2021–2022 рр.)

Найвищою вона була за внесення N50P50K50 і становила 12,7 кг, за дози N100P100K100 вона дещо зменшувалась і була на рівні 11,7 кг, а найменшою (7,3 кг) вона була, коли під кукурудзу вносили N200P200K200 кг/га д.р. мінеральних добрив

4.4. Зміна показників якості зерна під впливом удобрення

Покращення якості зерна поряд з підвищенням врожайності має вагоме значення. При цьому потрібно враховувати цільове використання зерна та сучасні критерії його оцінки за нормативними показниками ДСТУ та інших нормативних документів.

Зерно кукурудзи мають цінні біохімічні характеристики. До його складу входять вуглеводи, білки, жири, вітаміни, мінеральні речовини. Найважливішу частину зерна становлять вуглеводи. Їх частка в зерні кукурудзи сягати до 80 %; головні з них – цукри, крохмаль, геміцелюлоза, клітковина, пентозани. Крохмаль відіграє важливу роль у харчуванні людей та для корму тварин, оскільки він слугує джерелом енергії.

При виробництві біоетанолу значна увага приділяється умісту крохмалю в зерні, в той же час для харчових цілей більше значення має уміст у ньому білка і жиру.

На світових ринках вартість зерна обумовлена вмістом білка в зерні кукурудзи. Тому, за кордоном в першу чергу приділяють увагу дослідженням у яких розкрито підвищення вмісту білка за рахунок підбору гібридів з високими врожайними та якісними властивостями, а також удосконаленні агротехнологічних заходів.

Метою наших досліджень, окрім урожайності кукурудзи, було вивчення зміни якісних характеристик зерна під впливом удобрення. Дослідженнями встановлено, що окремі якісні показники зерна культури в першу чергу залежали від погодних умов та удобрення. Зміни клімати, а саме підвищення температури, яке спостерігається в остання десятиріччя в Правобережному Лісостепу сприяють формуванню зерна кукурудзи з більш високим вмістом білка.

Наприкінці вегетаціного періоду підвищені температури повітря (понад 30°С) погіршуть процеси фотосинтезу та дихання, що в свою чергу викликає значні втрати органічних сполук на теплообмін. В результаті чого втрачається значна частина вуглеводів, але в той же час вміст білків істотно підвищується.

На вміст білка в зерні кукурудзи впливає незначний дефіцит вологи та інтенсивне сонячне світло. В той же час у період формування зерна надмірна кількість опадів може негативно впливати на вміст білка.

Нашими дослідженнями доведено, що якісні показники зерна кукурудзи гібриду ДКС 3511 змінювались під впливом удобрення (табл. 4).

Таблиця 4

Зміна вмісту показників якості зерна під впливом удобрення (середні за 2021–2022 рр.)

Варіант досліду	Вміст, %			
	протеїну	крохмалю	жиру	натури
Без добрив (контроль)	5,3	74,8	3,4	709

М1 – $N_{50}P_{50}K_{50}$	5,8	74,2	3,2	723
М2 – $N_{100}P_{100}K_{100}$	6,6	73,4	3,2	727
М3 – $N_{200}P_{200}K_{200}$	7,2	72,9	3,2	744

Встановлено, що ділянках, де добрив не вносили, вміст протеїну в зерні кукурудзи був найменшим і становив 5,3 %. За внесення азотних, фосфорних і калійних добрив дозою по 50 кг/га д.р. він підвищився на 0,3 %. Збільшена удвічі доза мінеральних добрив ($N_{100}P_{100}K_{100}$) сприяла підвищенню вмісту білка на 1,3 %. Подальше підвищення дози добрив забезпечила найвище зростання вмісту білка на 1,9 % та на 0,6 % по відношенню до попереднього варіанту досліду.

Як зазначалось вище, вміст крохмалю є важливими показником при виробництві біетанолу. Дослідженнями було встановлено, що за підвищених температур і зниження суми опадів збільшуться вміст білку в зерні кукурудзи, а вміст крохмалю – знижується.

В процесі наших досліджень було виявлено, що на ділянках де добрив не вносили, вміст крохмалю у зерні кукурудзи був найвищим. За внесення безпосередньо під кукурудзу $N_{50}P_{50}K_{50}$ та $N_{100}P_{100}K_{100}$ цей показник зменшився на 0,6–1,4 абс. % відповідно. У варіанті з найвищою дозою добрив це зменшення було найбільш значущим і становило 1,9 абс. %.

Багатьма дослідженнями встановлено тісну обернену кореляційнуї залежність між вмістом у зерні кукурудзи крохмалю та вмістом білка. При цьому зазначається, що застосування добрив мало впливає на вміст у зерні кукурудзи крохмалю та жиру. Аналогічні результати були одержані і в нашому досліді (рис. 9).

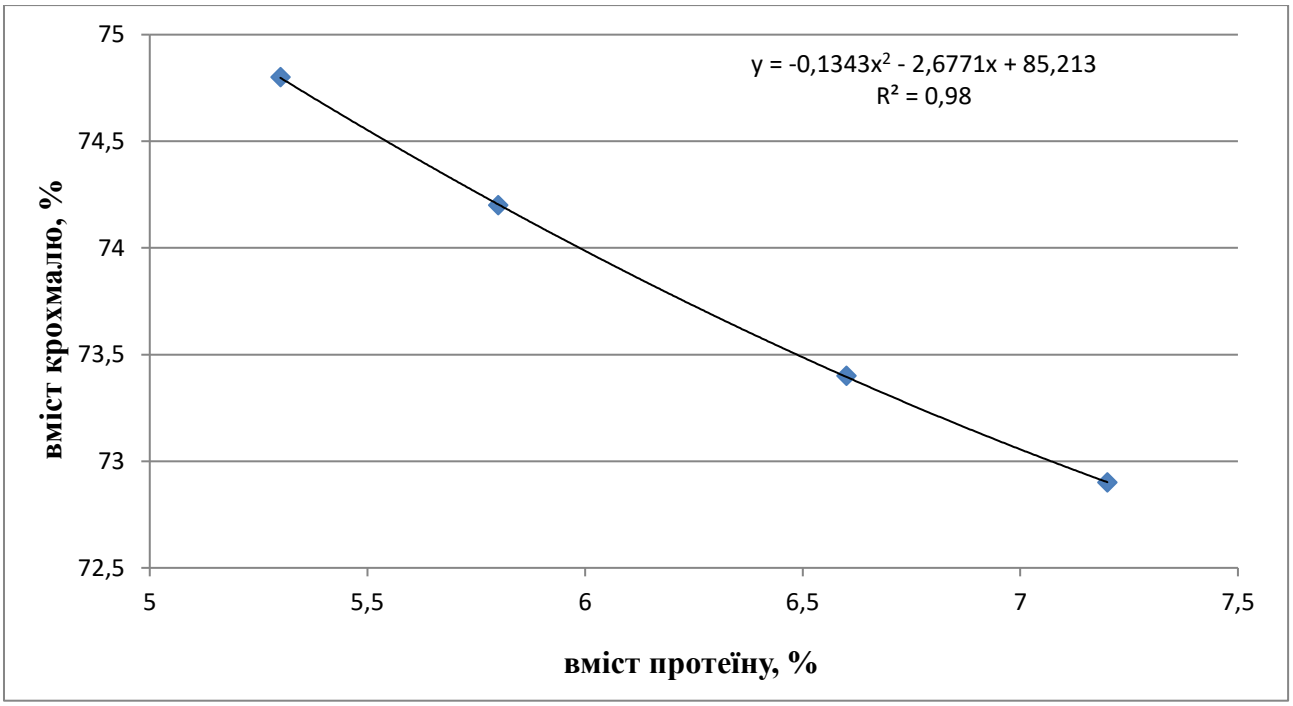


Рис. 9. Поліноміальна лінія тренду залежності між вмістом протеїну в зерні кукурудзи і врожайністю

У нашому досліді спостерігається тенденція зниження вмісту жиру в зерні кукурудзи. Це можна пояснити тим, що надходження невеликої кількості поживних речовин сприяє зростанню врожайності і посилює «ефект розведення». Однак, у випадку внесення високої кількості мінеральних добрив, а саме також спостерігається зниження вмісту жиру (табл. 4).

Маючи дані урожайності та вмісту білка ми розрахували умовний збір білка (рис. 10).

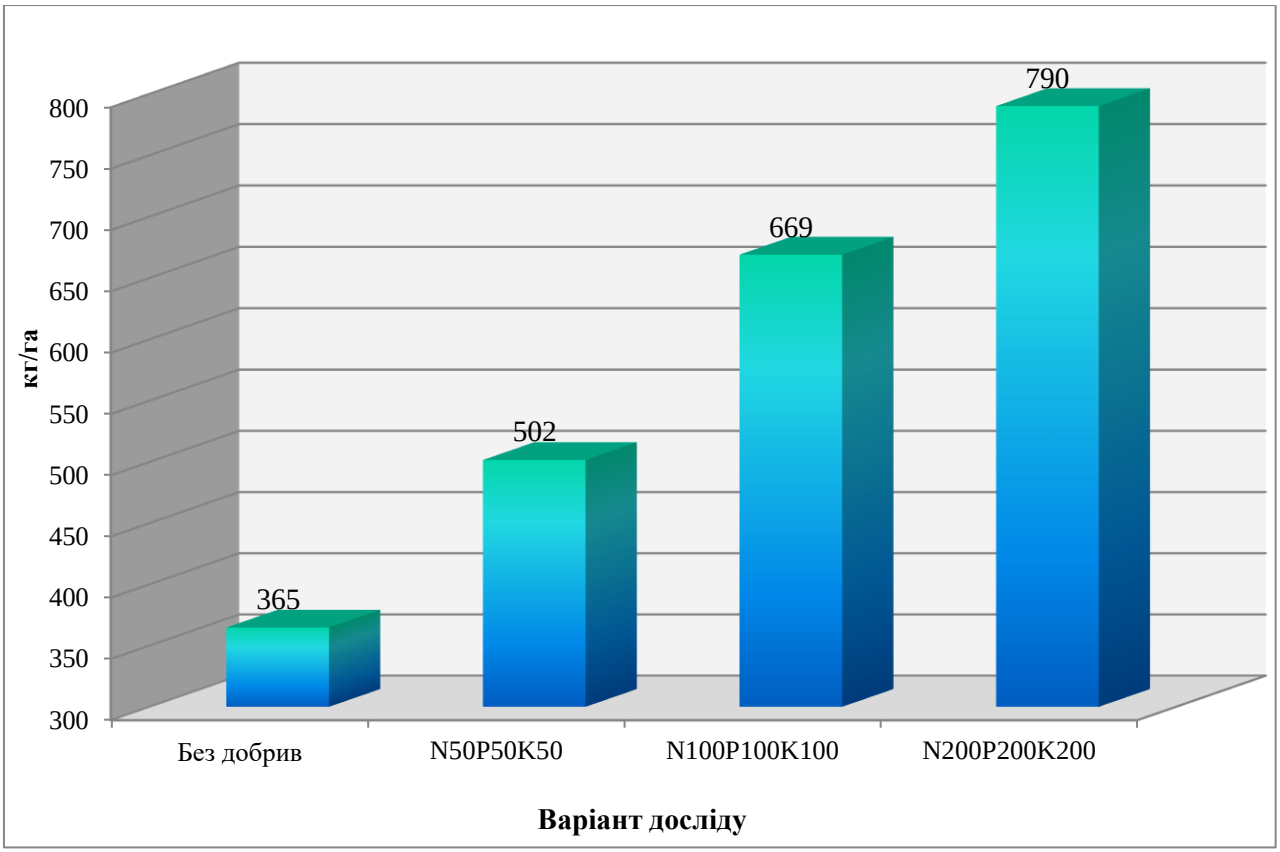


Рис. 10. Вплив різних доз мінеральних добрив під кукурудзу на умовний вихід білка (кг/га) середній за 2021–2022 рр.

В процесі дослідження було виявлено, що умовний вихід білка залежав від урожайності та вмісту білка в зерні кукурудзи. На дослідних ділянках, де добрив не вносили, цей показник становив 365 кг/га, застосування дози N50P50K50 він підвищився на 137 кг/га або на 37 %. Збільшена удвічі доза мінеральних сприяла підвищенню цього показника на 83 %. У варіанті з найвищою дозою цей показник підвищився на 116 %.

Між урожайністю і вмістом білка існує пряма висока кореляційна залежність (рис. 11).

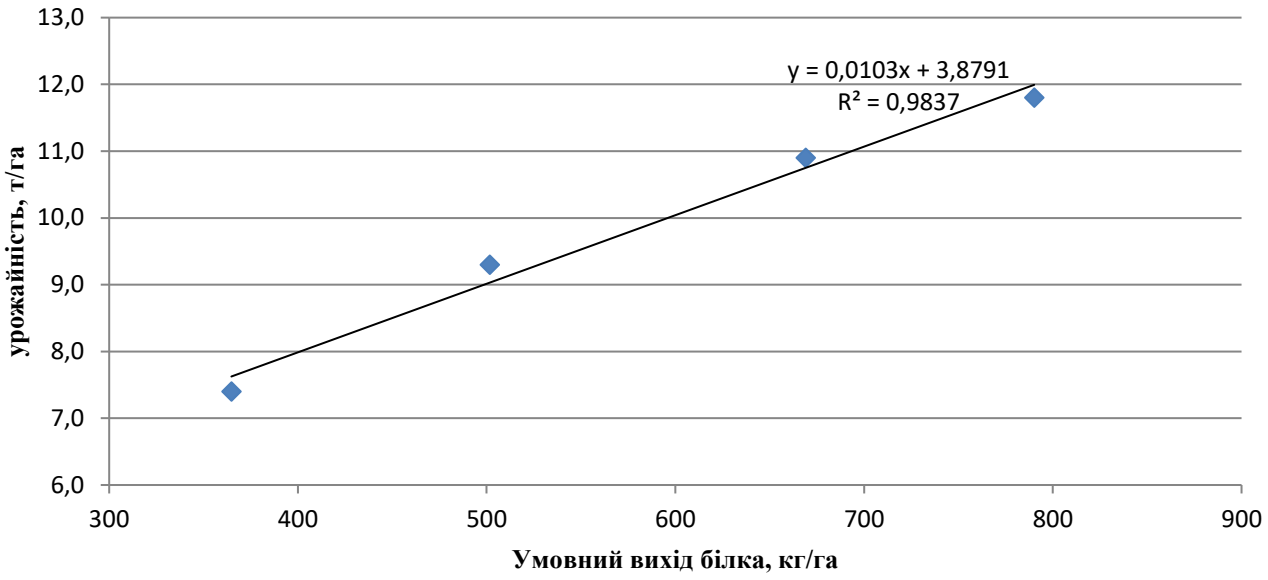


Рис. 11. Умовний вихід білка залежно від різних доз мінеральних добрив, кг/га (середній за 2021–2022 рр.)

Дана залежність описується наступним рівнянням регресії:

$$y=0,0103x + 3,8791, \text{ де}$$

x – умовний вихід білка, кг/га

y – урожайність кукурудзи, т/га.

Коефіцієнт апроксимації між цими показниками був дуже високий $R^2=0,98$, що свідчить про тісну кореляційну залежність між урожайністю і вмістом білка.

Отже, тривале застосування різних доз добрив позитивно впливало на ріст і розвиток культури, формування окремих елементів структури врожаю та його продуктивності.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ПІД КУКУРУДЗУ ГІБРИДУ ДКС 3511

За розроблення технологій вирощування кукурудзи з метою запобігання неефективному використанню виробничих ресурсів необхідно враховувати стратегію виробництва, його цілі та ресурсний потенціал сільськогосподарських підприємств, що обумовлюють їх спрямованість на інтенсифікацію чи ресурсозбереження. Так, інтенсивні моделі технології направлені насамперед на забезпечення максимального прибутку за достатньої окупності витрат, а технології ресурсозберігаючого типу мають на меті досягнення найвищої окупності витрат отриманим прибутком [58].

З урахуванням типу та спеціалізації сільськогосподарських підприємств необхідно розробляти і впроваджувати технології вирощування, які гарантуватимуть можливість формування однорідних партій зерна, що важливо для великотоварних виробників. До того ж, на ефективність зерновиробництва значний вплив має рівень ресурсного забезпечення підприємств. Так, за низького рівня рентабельність виробництва зерна кукурудзи не досягає і 50 %, а підприємства з високим рівнем ресурсного забезпечення можуть мати значно вищу прибутковість – понад 74 %.

Економічно ефективні технології вирощування сільськогосподарських культур повинні забезпечувати високі показники врожайності, прибутку і рентабельності за найнижчих витрат. Проте, як відомо, у сільськогосподарському виробництві максимальна реалізація потенціалу продуктивності досягається за рахунок значних вкладень матеріальнотехнічних ресурсів, що часто не окуповуються відповідними приростами врожаю. Це нерідко спостерігається й за вирощування кукурудзи (Zea mays L.) – культури інтенсивного типу, яка за показником виробничих витрат на 1 га посіву значно перевищує інші зернові культури.

Відомо, що досягнення високої врожайності кукурудзи можливе лише за рахунок зростання рівня інтенсивності виробництва. Найбільшу частку в

структурі змінних витрат за інтенсивних технологій вирощування кукурудзи займають витрати на добрива, адже ця культура відзначається підвищеною потребою в елементах живлення і для формування 1 т зерна з відповідною кількістю побічної продукції використовує 24–32 кг азоту, 10–14 кг фосфору і 25–35 кг калію [38].

Одним з головних завдань досліджень було встановити оптимальну дозу добрив під кукурудзу гібриду ДКС 3511 під впливом удобрення (табл. 5).

Таблиця 5

Економічна ефективність вирощування кукурудзи гібриду ДКС 3511 залежно від удобрення (у цінах 2022 р.)

Показник	Варіант досліду			
	Контроль	$N_{50}P_{50}K_{50}$	$N_{100}P_{100}K_{100}$	$N_{200}P_{200}K_{200}$
Урожайність, т/га	7,4	9,30	10,9	11,8
- приріст врожаю, т/га	–	1,90	3,50	4,40
Ціна реалізації продукції, грн./т	5000	5000	5000	5000
Вартість валової продукції, грн	37000	46500	54500	59000
Матеріально-грошові витрати, грн./га	19890	28887	37884	55878
- в т.ч. додаткові	–	8997	17994	35988
Собівартість продукції, грн./т	2687,8	3106,1	3475,6	4735,4
Умовно-чистий прибуток, грн./га	17110	17613	16616	3122
Рівень рентабельності, %	85	48	28	-10

Як засвідчують дані таблиці, урожайність кукурудзи на ділянках, де добрив не вносили, була високою і становила 7,4 т/га. Добрива, які вносились у досліді, підвищували цей показник на 1,90–4,40 т/га. Не дивлячись на досить високий рівень врожайності, високі ціни на пальне, мінеральні добрива та інші статті витрат за низької ціни на зерно кукурудзи призвели до різкого

підвищення матеріально-грошових витрат та невисокого зростання вартості валової продукції. Внаслідок чого собівартість продукції підвищилась із збільшенням доз мінеральних добрив на 418,3–2047 грн/т.

Тож незбалансованість цін на промислову і сільськогосподарську продукцію призвела до того, що умовно-чистий прибуток у контрольному варіанті, де добрив не вносили, був досить високим і становив 17110 грн/га. Внесення під кукурудзу низької дози мінеральних добрив (по 50 кг/га д.р. кожного елементу) забезпечило одержання додаткового чистого прибутку на рівні 503 грн/га. Інші дози добрив, незважаючи на досить високий рівень врожайності культури (10,9 та 11,8 т/га) не забезпечили зростання чистого прибутку з 1 га не тільки порівняно з нормою $N_{50}P_{50}K_{50}$, а навіть і з варіантом досліду, де добрив не вносили.

Отже, за такої неврегульованої цінової політики, варіанти з інтенсивною технологією вирощування, не забезпечили одержання додаткового прибутку, а відповідно не можуть в даних умовах бути рекомендованими виробництву.

Найліпша доза добрив, яка забезпечила одержання максимального прибутку в даному досліді виявилася норма $N_{50}P_{50}K_{50}$.

РОЗДІЛ 6
АНАЛІЗ ПРИРОДНОГО НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА УМОВ ОХОРОНИ ПРАЦІ ЗА ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ

6.1. Охорона природного середовища при застосуванні добрив

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва шляхом впровадження нових високоврожайних сортів і гібридів сільськогосподарських культур та вдосконалення технології їх вирощування викликає підвищену необхідність контролю за якістю ґрунтів. Наразі не викликає сумніву, що критеріями оцінки екологічної безпечності ґрунтів є створення умов бездефіцитності балансу гумусу та основних елементів живлення. Ці показники є взаємозалежними, проте формально далеко не завжди позитивні умови за одним із них передбачають позитивність за іншими. З точки зору стратегічного оцінювання, на нашу думку, пріоритет слід надавати балансу основних елементів живлення, бездефіцитність якого може бути однією із умов бездефіцитності балансу гумусу [59].

Відомо, що вирощування і постійне оновлення нових більш продуктивних сортів і гібридів сільськогосподарських культур вимагає врахування кількісного впливу на їх урожайність норм добрив, оскільки він суттєво відрізняться від вивчених раніше сортів і гібридів як значенням окупності добрив, так коефіцієнтом використання основних елементів. Така постановка питання вимагає кількісної оцінки їх інтенсивності з точки зору використання основних ресурсів і перш за все мінерального живлення. Встановлений будь-яким методом рівень урожайності, або прийнята його величина вимагає екологічного обґрунтування, одним із критерії якого є забезпечення бездефіцитності балансу основних елементів живлення. Зрозуміло, що ця умова є обов’язковою, оскільки відповідає одному із основних законів землеробства «закон повернення поживних речовин в грунт».

При цьому виникає необхідність врахування проблеми, суть якої полягає в тому, що всяке зростання та стимулювання урожайності культури супроводжується адекватним виносом основних елементів з врожаєм, що далеко не завжди узгоджується з нормою внесених добрив. Не менш важливою проблемою в цьому випадку слід вважати і збалансованість мінеральних добрив за основними елементами живлення.

Забруднення навколишнього середовища при використанні мінеральних добрив відбувається в основному через недосконаліть властивостей і хімічного складу добрив та порушення технології виробництва, зберігання та застосування мінеральних добрив. Нагромадження нітратів в сільськогосподарській продукції в основному залежить від дози і термінів внесення азотних добрив, довжини світлового дня і часу посіву насіння, а також від освітлення - на затінених ділянках вміст нітратів вищий. Застосування фосфорних добрив також має значні екологічні наслідки. По-перше, фосфорні добрива призводять до збільшення накопичення фосфору у водних об'єктах, нагромадження якого у водному середовищі в значних кількостях викликає еутрофікацію (заростання) водойм. Калійні добрива забруднюють навколишнє середовище в меншій мірі. Негативний вплив роблять в основному супутні калію аніони: хлорид, сульфат та інші. До шкідливих домішок, що містяться в калійних добривах, можна також віднести хлор, що у великих дозах негативно впливає на врожай картоплі, винограду, тютюну, цитрусових і прядильних культур. До найбільш небезпечної групи речовин, нагромадження яких призводить до значного погіршення стану навколишнього середовища, відносять ртуть, свинець, кадмій, миш'як і інші важкі метали, які мають особливе екологічне, біологічне і медичне значення. Ґрунтовий покрив не тільки акумулює компоненти забруднень, але і виступає природним буфером, що істотно знижує токсичну дію важких металів і регулює надходження хімічних елементів в рослини і, як наслідок, в організм тварин та людини. На відміну від атмосфери і гідросфери, де спостерігаються процеси періодичного

самоочищення від важких металів, ґрунт практично не має такої здатності до самоочищення.

Метали, що накопичуються в ґрунтах, виводяться з нього вкрай повільно лише при вилуговуванні, споживанні рослинами, ерозії і дефляції. В зв'язку з цим розробка агротехнічних заходів, що знижують надходження важких металів у сільськогосподарські рослини, здобуває велике агроекологічне значення.

При розробці заходів щодо зниження вмісту важких металів у сільськогосподарських рослинах, що знаходяться на ґрунтах, які піддаються антропогенному забрудненню, виникає необхідність вирішення ряду проблем. З агрономічної й екологічної точки зору необхідні такі прийоми оброблення культур, що одночасно сприяли б зниженню надходження важких металів у рослини і зменшенню їх вмісту в кореневому шарі ґрунту. Труднощі рішення даної проблеми полягають у тому, що агрохімічні заходи, які сприяють зменшенню надходження важких металів у рослини (вапнування, внесення органічних добрив, підвищення ємності катіонного обміну), викликають нагромадження їх в ґрунті у формі малорозчинних сполук, в результаті чого рухливість металів і їх природна міграція по профілю ґрунту знижується.

6.2. Аналіз умов охорони праці за внесення добрив

Відповідно до ст. 43 Конституції України кожна особа має право на належні, безпечні та здорові умови праці, яке реалізується через систему заходів з охорони праці на всіх підприємствах, установах, організаціях незалежно від форми власності та виду господарської діяльності. Саме такий зміст вкладений у легальне визначення охорони праці у Законі України «Про охорону праці» від 14 жовтня 1992 р., ст. 1 якого визначає, що охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров´я і працездатності людини в процесі праці.

Метою охорони праці в сільському господарстві є створення для працівників сприятливих умов праці, зниження рівня виробничого травматизму, запобігання виникненню професійних захворювань тощо під час виконання ними своїх трудових обов´язків. Реалізовується поставлена мета на базі нормативно-правових норм, які в сукупності складають комплексний правовий інститут охорони праці в сільському господарстві.

Названий правовий інститут включає у себе загальні та спеціальні норми. До першої групи можна віднести ті, що регламентують порядок організації охорони праці на сільськогосподарському підприємстві (створення служби охорони праці, проходження медичних оглядів, проведення навчання з питань охорони праці, фінансування охорони праці, розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій тощо), стимулювання охорони праці, державне управління, державний нагляд та громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці, а також норми, що передбачають відповідальність за порушення цього законодавства [60]. Другу групу норм можна диференціювати за сферою поширення на норми з охорони праці, гцо поширюються на:

а) певні категорії працюючих (охорона праці жінок, неповнолітніх, інвалідів);

б) певні галузі сільського господарства (охорона праці в рослинництві, тваринництві, переробній галузі тощо).

Поряд із законами, джерелами охорони праці в сільському господарстві є постанови та розпорядження Кабінету міністрів України, нормативні акти міністерств та відомств. Наприклад, постанова Кабінету Міністрів України «Про заходи щодо виконання Закону України «Про охорону праці» від 27 січня 1993 р. № 64, наказ Мінагрополітики України «Про затвердження Правил пожежної безпеки в агропромисловому комплексі України» від 4 грудня 2006 р. № 730/770, наказ «Про затвердження Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці та Переліку робіт з підвищеною небезпекою» від 26 січня 2005 р. № 15 тощо.

Є джерелом охорони праці в сільському господарстві і норми міжнародного права, зокрема Конвенція Міжнародної організації праці № 184 2001 р. «Про безпеку та гігієну праці в сільському господарстві», ратифікована Законом України від 1 квітня 2009 р. Основний масив джерел правового регулювання охорони праці в сільському господарстві складають правила, норми, стандарти, інструкції, об´єднані в Державний реєстр нормативно-правових актів з охорони праці.

При роботі з добривами, пестицидами необхідно дотримуватись правил техніки безпеки. Наприклад, при застосуванні пестицидів необхідно до початку приготування робочого розчину або сумішей перевірити відповідність препаратів їх найменуванню й призначенню. Також потрібно оглянути робоче місце, переконатися, що в робочій зоні відсутні сторонні особи, тварини, непотрібні машини й механізми, проїзди й проходи вільні, небезпечні місця огороджені, а територія не захаращена тарою.

Потрібно ретельно оглянути обладнання, переконатись у наявності огороджень приводів та обертових частин машин і механізмів.

ВИСНОВКИ

1. Під впливом удобрення поліпшувався поживний режим грунту. При цьому підвищувався вміст мінерального азоту на 38-76 %, вмісту фосфору у грунті, на 98 – 206 % та калію – на 13 – 26 %.

2. На проходження фаз росту й розвитку рослин кукурудзи впливали наступні чинники: кількість опадів упродовж вегетації та температурний режим. Підвищені температури і достатнє вологозабезпечення сприяють біологічним вимогам вирощування цієї культури.

3. В умовах Правобережного Лісостепу на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому за внесення дози по 200 кг/га д.р. кожного елементу живлення середньоранній гібрид ДКС 3511 реалізує свій генетичний потенціал на рівні 11,8 т/га. При цьому, частка впливу добрив на формування приросту врожаю становить 37 %.

4. Добрива, що вносились у досліді, підвищували вміст білка на 0,3–1,9 %, а вміст крохмалю, навпаки, зменшувався на 0,6-1,9 %.

5. Умовний збір білка під впливом удобрення підвищувався на 37–116 %, при цьому встановлено дуже високу кореляційну залежність між вмістом білка і урожайністю (r=0,98).

6. За умови високої вартості матеріально-грошових витрат та низької ціни на сільськогосподарську продукції з економічної точки зору більш ефективним виявися варіант $N_{50}P_{50}K_{50}$, що забезпечив одержання чистого прибутку на рівні 17613 грн/га.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Враховуючи низькі ціни на сільськогосподарську продукцію, рекомендуємо на чорноземах опідзолених під гібрид ДКС 3511 вносити

мінеральні добрива дозою $N_{50}P_{50}K_{50}$, що забезпечить одержання прибутку на рівні 17613 грн/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Польовий А. М., Костюкєвич Т. К., Толмачева А. В. та ін. Вплив кліматичних змін на формування продуктивності кукурудзи в Західному Лісостепу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2021. Вип. 1. С. 29–36. DOI: 10.31521/2313-092X/2021-1(109).

2. Валовий збір кукурудзи із 73 % площ уже перевищив минулорічний. Agrotimes. 2022. 14 жовтня. Режим доступу: https://agrotimes.ua/agronomiya/valovyj-zbir-kukurudzy-iz-73-ploshh-uzhe-perevyshhyv-mynulorichnyj.

3. ТОП-10 країн виробників кукурудзи в 2021/22 МР. Режим доступу: https://agrotimes.ua/agronomiya/valovyj-zbir-kukurudzy-iz-73-ploshhuzheperevyshhyv-mynulorichnyj.

4. Deb, P., Shrestha, S., & Babel, M. S. Forecasting Climate Change Impacts and Evaluation of Adaptation Options for Maize Cropping in the Hilly Terrain of Himalayas: Sikkim, India. Theoretical and Applied Climatology. 2015. Vol. 121. P. 649-667. URL: https://doi.org/10.1007/s00704-014-1262-4.

5. Домарацький Є. Уроки сезону. Агротайм. 22 вересня 2021. Режим доступу: https://agrotimes.ua/article/vplyv-klimatychnyh-zmin-na-rozvytok-osnovnyh-kultur.

6. Марченко О., Джура Ю. Реакція рослин кукурудзи на посушливі умови. Зерно. 2015. №4(109). С. 74-75.

7. Lin, Y., Feng, Z., Wu, W., Yang, Y., Zhou, Y., & Xu, C. (2017). Potential Impacts of Climate Change and Adaptation on Maize in Northeast China. Agronomy Journal, 109, 1476–1490. URL: https://doi.org/10.2134/agronj2016.05.0275/.

8. Wang, W., Dong, X., Lu, Y., Liu, X., Zhang, R., Li, M., Pu, X. Soil Water Balance and Water Use Efficiency of Rain-Fed Maize under a Cool Temperate Climate as Modeled by the AquaCrop. Paper Presented at the MATEC Web of Conferences. 2018. URL: https://doi.org/10.1051/matecconf/201824601059/.

9. Xiao, D., & Tao, F. (2016). Contributions of Cultivar Shift, Management Practice and Climate Change to Maize Yield in North China Plain in 1981-2009. International Journal of Biometeorology. 2016 Vol. 60. P. 1111-1122. URL: https://doi.org/10.1007/s00484-015-1104-9]/.

10. Basso, B., Cammarano, D., & Carfagna, E. Review of Crop Yield Forecasting Methods and Early Warning Systems. In Proceedings of the First Meeting of the Scientific Advisory Committee of the Global Strategy to Improve Agricultural and Rural Statistics. Rome, 2013. P. 15–31.).

11. Костюкєвич Т.К., Толмачова А.В. Оцінка впливу зміни клімату на агрокліматичні умови вирощування кукурудзи в центральній частині України. Science. Innovation. Quality: 1st International Scientific-Practical Conference SIQ - 2020, December 17-18th, 2020: Book of Papers. Berdyansk : BSPU, 2020. P. 264–267.

12. Агрометеорологічний огляд по території Черкаської області 2020–2021 сільськогосподарський рік. ДСНС України Черкаський обласний центр з гідрометеорології. Черкаси, 2021. 40 с.

13. Чайка В.М., Григорюк І. П., Коломієць Ю. В. [та ін.]. Екологічний стан агроценозів кукурудзи під впливом агрометеорологічних умов. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2011. №158. С. 125-134.

14. Коваленко О., Поляничников С.П., Ковбель А.І. Шляхи підвищення коефіцієнту засвоєння поживних елементів. Агроном. 2015. №1(47), лютий. С. 28–29.

15. Надь Я., Власов В. І., Шелепов В. В. Кукурудза. Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю., 2012. 580 с.

16. Паламарчук В. Д., Поліщук М. І., Паламарчук О. Д. Характеристика основних елементів технології вирощування зернової кукурудзи. Сільське господарство та лісівництво. 2016. №3. С. 58–64.

17. Паламарчук В.Д., Коваленко О.А. Біоенергетична оцінка гібридів кукурудзи залежно від факторів технології вирощування. Таврійський науковий вісник. Херсон, 2019. Випуск 107. С. 137-144.

18. Кравець В. Живлення кукурудзи: Оптимальний розрахунок. GrowHow. 16 лютого 2021. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.growhow.in.ua/zhyvlennya-kukurudzy-optymalnyj-rozrahunok/ (дата звернення 11.03. 2023).

19. Тарасенко О. Удобрення кукурудзи: від А до Я. Agrilab. 17.09. 2019. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.agrilab.ua/udobrennya-kukurudzy-vid-a-do-ya/.

20. Яке добриво вносити під кукурудзу. Айдамін. 04.01.2021. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://aidamin.com/ua/articles/kakoe-udobrenie-vnosity-pod-kukuruzu. (дата звернення 5.03. 2023).

21. Yang J. Y., Huffman E. C., Jong, R. D., Kirkwood V., & Drury C. F. Residual soil nitrogen in soil landscapes of Canada as affected by land use practices and agricultural policy scenarios. Land Use Policy. 2007. № 24. PP. 89–99.

22. Simic, M., Dragiˇcevic, V., MladenovicDrinic, S., Vukadinovic, J., Kresovic, B., Tabakovic, M., & Brankov, M. (). The Contribution of Soil Tillage and Nitrogen Ratet othe Quality of Maize Grain. Agronomy. 2020. №10. 976 p. doi:10.3390/agronomy10070976.

23. Паламарчук В. Д. Вплив позакореневих підживлень на вміст хлорофілу у гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво. 2019 №14. С. 43-53.

24. Стегній О. Компанія «Лімагрейн» презентувала продукти й рішення у вирощуванні кукурудзи. Агробізнес сьогодні. 2018. - 29 березня 2018. URL: http://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/9894-kompaniia-limahreinprezentuvala-produkty-i-rishennia-u-vyroshchuvanni-kukurudzy.html.

25. Черно О. Д., Садовський І. С., Клімов О. В. Формування врожаю та якості зерна кукурудзи залежно від фону живлення в умовах Правобережного

Лісостепу. Всеукраїнська наукова конференція. Сучасні стратегії агротехнологій. 2022.

26. Томашук О. В. Продуктивність посівів кукурудзи під впливом різних систем землеробства в умовах лісостепу правобережного. Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб. / Ін-т кормів та сіл. госп-ва Поділля НААН. Вінниця : ТОВ «Видавництво-друкарня Діло», 2018. Вип. 84. С. 55–62.

27. Красновський С. Ефективне удобрення кукурудзи. Агроном. 2017. 19 липня. Режим доступу: https://www.agronom.com.ua/efektyvne-udobrennya-kukurudzy/. (дата звернення 11.03. 2023).

28. Hryhoriy Hospodarenko, Olena Cherno, Liudmila Ryabovol, Kateryna Leonova, Andrii Liubchenko. Fractional Composition of Mineral Phosphates of Podzolized Chernozem after Prolonged Use of Fertilisers in Field Crop Rotation. Scientific Horizons, 2022, Vol. 25, No. 2, pp. 28–35. DOI: 10.48077.

29. Паламарчук В.Д., Поліщук М. І., Паламарчук О. Д. Характеристика основних елементів технології вирощування зернової кукурудзи. Сільське господарство та лісівництво. 2016. №3. С. 58-64.

30. Хмелюк О. Система удобрення кукурудзи. LNZ Group. 4 березня 2019. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.lnz.com.ua/news/sistema-udobrenna-kukurudzi.

31. Черно О. Д. Калій грунту та добрив./ У кн. Агрохімія калію. Київ: ТОВ «ТРОПЕА». 2021. С. 132-146.

32. Оцінка якості зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості / В. Ф. Петриченко, Б. Д. Каменщук. Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб., Ін-т кормів УААН. Вінниця : СПД Данилюк, 2009. Вип. 65. С. 3–10.

33. Городній М. М., Присташ І. В. Система застосування добрив під кукурудзу на зерно на лучно-чорноземному карбонатному грунті Лісостепу України. Бюлетень завершених наукових розробок. Електронний ресурс. Режим доступу: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/vch_nauu_vyr_4_g12.pdf.

34. Минкін М. В., Берднікова О. Г., Минкіна Г. О. Формування продуктивності кукурудзи залежно від живлення та густоти стояння в умовах Півдня України. Таврійський науковий вісник. 2019. №106. С. 103–109.

35. Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, Yu. M. Produktyvnist korotkorotatsiinykh sivozmin za maksymalnoi chastky v nykh soi ta kukurudzy pry vyroshchuvanni v umovakh nedostatnoho zvolozhennia livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. Zernovi Kultury. 2017. 1. С. 313– 319.

36. Особливості удобрення кукурудзи за її вирощування на чорноземі типовому в Лісостепу України / С. П. Танчик, Л. В. Центило. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Агрономія. 2017. Вип. 269. С. 74-83.

37. Свербенюк Г.А. Вплив технології вирощування на морфофізіологічні особливості росту і розвитку кукурудзи на зерно в умовах Північного Лісостепу. Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України. Київ, 2009. №132. С. 59–65.].

38. Якунін О. П., Котченков М. В. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від умов вирощування. Вісник ДАУ. 2017. №2. С. 13–16.

39. Господаренко Г. М., Любич В. В., Леонова К. П., Стоцький В. В. Вплив вапнування чорнозему опідзоленого та удобрення на врожайність кукурудзи. Аграрні інновації. 2022. №13. С. 35–39.

40. Сповна реалізуємо потенціал насіння гібридів кукурудзи. Зерно. 2015. №2(107). С. 100–102.

41. Штукін М. О., Оничко В. І. Екологічне вивчення гібридів кукурудзи в умовах Північно-східного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2021. № 3. С. 187–191

42. Вплив гідротермічного режиму вегетації на екологічний стан ґрунту та врожайність кукурудзи /О. С. Дем'янюк, О. В. Шерстобоєва, А. М. Клименко, Я. В. Чабанюк. Агроекологічний журнал. 2016. № 3. С. 45–50.

43. Черно О. Д., Несвята А. В. Продуктивність кукурудзи за органічної системи удобрення у Правобережному Лісостепу України. Scientific forum:

theory and practice of research: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the III International Scientific and Theoretical Conference, March 10, 2023. C. 85–86. Valencia, Kingdom of Spain: European Scientific Platform.

44. Pashchenko, Y. N, Borisov, V. N., Shishkina, O. Yu. (2009). Adaptive and resource-saving technologies for growing hybrids of corn: a monograph. Dnipropetrovsk: Art-Press, 2020. 224 p.

45. Capustin, S. E., Kovtun, N. V., Capustin, A. S., et al. (2009). Influence of sowing terms on maize yield, structural indices of plants and its water consumption. Scientific bulletin of Lugansk National Agrarian University. The series "Agricultural Sciences", no. 11, pp. 22–29.

46. Corn (growing, harvesting, canning and use) / D. Shpaar [et al.]. Publishing House of DLV AGRODELO LLC, 2019. 390 p.

47. Господаренко Г., Прокопчук І., Бойко В. Урожайність і якість зерна кукурудзи за різного удобрення в польовій сівозміні. Вісник Львівського НАУ. Агрономія. 2021. № 25. С. 142–145.

48. Zaika, S. P. Speedy corn (selection, features of seed production and intensive technology). Kiev: Harvest, 2019 200 p. .

49. Пащенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкіна О. Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи: монографія. Дніпропетровськ: Арт-прес, 2009. 224 с.].

50. Аверчев О. В., Іванів М. О., Лавриненко Ю. О. Індекси врожайності та ефективної продуктивності у гібридів кукурудзи різних груп ФАО за різних способів поливу та вологозабезпеченості в посушливому степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 114. С. 3–12.

51. Гаврилюк А. Як кукурудза різних груп стиглості реагує на підживлення та зрошення. Agrotimes. 2022. 16 листопада. https://agrotimes.ua/agronomiya/ chyselnist-myshopodibnyh-gryzuniv-zrostaye-v-posivah-ozymyny/.

52. Мельник А. В., Троценко В. І. Рослинництво з основами технології переробки. Університетська книга. 2023. 384 с.

53. Насіння Кукурудзи ДКС 3511 (Монсанто). Агроексперт. Режим доступу: https://agroexp.com.ua/uk/kukuruza-dks-3511-monsanto-gibrid-opisanie-semena

54. Позняк П. С. Чорноземи України: Географія, ґенеза і сучасний стан. Український географічний журнал. 2016, № 1. С. 9–13.

55. Смірнова О. І. Основи дослідницької справи. Миколаїв. 2021. 76с.

56. Камінський В. Ф. Стабілізація землекористування як основа розвитку адаптивного землеробства. Агрохімія і ґрунтознавство. 2014. Вип. 81. С. 112–117.

57. Домарацький Є. Уроки сезону. Агротайм. 22 вересня 2021. Режим доступу: https://agrotimes.ua/article/vplyv-klimatychnyh-zmin-na-rozvytok-osnovnyh-kultur.

58. Камінський В. Ф., Асанішвілі Н. М. Економічна ефективність технологій вирощування кукурудзи різного рівня інтенсивності. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2020. Вип. 3. С. 27–34.

59. Романашенко О.А., Циганенко М.О., Калюжний О.Д. та ін.. Вплив мінеральних добрив на екологічне довкілля. С. 301-304. На робочу столі є цей розділ з нього взяти можна ще для однієї роботи.

60. Лідньов А. Охорона праці на підприємстві. Служба охорони праці. 25 травня 2023. Електронне видання. Режим доступу: https://pro-op.com.ua/article/378-organzatsya-ohoroni-prats.