

УДК 633.15:631.81.095.337

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.16>

ПОЗАКОРЕНЕВЕ ПІДЖИВЛЕННЯ КУКУРУДЗИ МІКРОДОБРИВАМИ – ДІЄВИЙ ЕЛЕМЕНТ ТЕХНОЛОГІЇ ЧИ «ТРЕНД»?

Жуйков О.Г. – д.с.-г.н.,

професор кафедри рослинництва і агроінженерії,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Давиденко І.А. – аспірант кафедри рослинництва і агроінженерії,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті проаналізований вітчизняний досвід застосування мінеральних добрив, що містять мікроелементи, за вирощування кукурудзи на зерно. Зроблений висновок, що в умовах сучасних кліматичних трансформацій (істотний брак активної ґрунтової вологи на момент сходів кукурудзи, тривалі бездощові періоди і нерівномірна кількість опадів за вегетаційний період, несприятливий температурний режим з екстремально високими денними температурами повітря тощо), високоефективним агроприйомом формування толерантних ознак рослин культури на всіх етапах органогенезу є застосування мікроелементів позакореневим способом. Окреслена фізіологічна роль більшості мікроелементів в контексті їх впливу на кількісні та якісні показники врожаю кукурудзи, акцентована увага на зовнішніх ознаках дефіциту того чи іншого елемента в системі мінерального живлення культури задля оперативної діагностики їх нестачі та прийняття агрономічною службою невідкладних виробничих рішень. Дана оцінка ефективності та технологічності різних способів внесення мікродобрив за реалізації системи мінерального живлення культури, проаналізований механізм їх опосередкованого впливу на окремі властивості ґрунту: показник рН, утворення гумусу і активність ґрунтової мікрофлори. Оцінені перспективи сумісного застосування позакореневих підживлень кукурудзи мікродобривами водночас із проведенням вегетаційних гербіцидних обробітків з метою істотної економії матеріальних ресурсів і часу. Встановлено, що за раціонально побудованої системи мінерального живлення культури, котра базується на поєднанні застосування макро- та мікродобрив, реально істотним чином покращити показники продуктивності та якості зерна кукурудзи: врожайність зерна збільшується на 0,35–0,62 т/га, вміст в зерні білка – на 7,7–8,2%, крохмалю – на 0,32–0,40%, жиру – на 0,5–0,7%. Додатково наголошено на істотно вираженій індикативній властивості кукурудзи, що дозволяє оперативно оцінювати рівні забезпеченості орного шару ґрунту основними найбільш фізіологічно цінними мікроелементами.

Ключові слова: кукурудза, система мінерального живлення, мікродобрива, фізіологічна роль мікроелементів, позакореневе підживлення, врожайність і якість зерна.

Zhuikov O.H., Davydenko I.A. Foliar feeding of corn with microfertilizers – an effective element of technology or a “trend”?

The article analyzes the domestic experience of using mineral fertilizers containing trace elements for growing corn for grain. It was concluded that in the conditions of modern climatic transformations (significant lack of active soil moisture at the time of corn germination, long periods without rain and uneven amount of precipitation during the growing season, unfavorable temperature regime with extremely high daytime air temperatures, etc.), a highly effective agricultural method of forming tolerant traits of crop plants at all stages of organogenesis there is the use of microelements in an foliar way. The physiological role of most microelements in the context of their influence on the quantitative and qualitative indicators of the corn harvest is outlined, attention is focused on the external signs of the deficiency of one or another element in the mineral nutrition system of the crop for the purpose of prompt diagnosis of their lack and the adoption of urgent production decisions by the agronomic service. The evaluation of the effectiveness and technological feasibility of various methods of applying microfertilizers for

the implementation of the mineral nutrition system of crops is given, and the mechanism of their indirect effect on certain soil properties is analyzed: the pH indicator, the formation of humus, and the activity of soil microflora. Prospects of combined application of foliar top dressing of corn with microfertilizers at the same time as vegetative herbicide treatment are evaluated with the aim of significant saving of material resources and time. It was established that with a rationally constructed system of mineral nutrition of the crop, which is based on the combination of the use of macro- and micro-fertilizers, it is possible to significantly improve the indicators of productivity and quality of corn grain: the grain yield increases by 0.35–0.62 t/ha, the content in the grain protein – by 7.7–8.2%, starch – by 0.32–0.40%, fat – by 0.5–0.7%. In addition, the significantly expressed indicative property of corn is emphasized, which allows to quickly assess the level of provision of the arable layer of the soil with the main and most physiologically valuable microelements.

Key words: corn, mineral nutrition system, microfertilizers, physiological role of microelements, foliar fertilization, grain yield and quality.

Постановка проблеми. Загальновідомим є той факт, що якщо макроелементи потрібні усім сільськогосподарським культурам без винятку, то щодо мікроелементів кожна окрема культура має різні «смаки» й потреби у живленні. Не виняток і кукурудза, адже «цариця полів» також надає перевагу саме певному «набору» мікроелементів [1, с. 169]. Кукурудза – одна з найбільш цінних сільськогосподарських культур. При дотриманні всіх агротехнічних вимог вирощування вона може формувати високу урожайність зерна. За рахунок збільшення посівних площ кукурудзи можна налагодити стабільне виробництво кормового зерна, адже ця культура відіграє провідну роль не тільки в підвищенні ефективності зернового господарства в цілому та поліпшенні його економічного стану, але й в зростанні продуктивності тваринництва. Відомо, що однією з передумов отримання високого врожаю є збалансоване живлення, а застосування мікродобрив є дешевим способом підвищення врожайності зеленої маси і зерна кукурудзи [2, с. 29]. Висока потреба рослин в основних елементах живлення настає в період інтенсивного приросту вегетативної маси та формування репродуктивних органів [3, с. 10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Підживлення рослин кукурудзи мінеральними добривами дає можливість отримати приріст урожайності на рівні 10–12%, але досить часто за нестабільного зволоження та посушливих умов, особливо на ранніх етапах росту та розвитку рослин, ефективність підживлення виявляється недостатньою. Тому для одержання кращих результатів від підживлення доцільно використовувати рідкі комплексні добрива, які більш технологічні та придатні для створення бакових сумішей з гербіцидами та мікроелементами [4, с. 729]. Одним з головних чинників, що заважають отримувати вагомий врожай кукурудзи, є забур'яненість посівів. У системі заходів знищення бур'янів вже понад 40 років велику роль відіграють гербіциди – як ґрунтові, так і страхові. В зв'язку зі складною економічною ситуацією в країні та світі слід серйозно замислитися над оптимізацією витрат на вирощування сільськогосподарських культур, зокрема на поліпшення їх живлення та впровадження системи захисту. Тому використання бакових сумішей комплексних рідких добрив та страхових гербіцидів дуже актуальний захід в умовах сьогодення. За даними деяких вчених, внесення комплексних рідких добрив сумісно з гербіцидами зумовлювало більш повне знищення бур'янів, а отже, і послаблення їх негативного впливу на ріст та розвиток культури [2, с. 29; 5, с. 7]. Але механізми впливу гербіцидів та бакових сумішей цих препаратів на рослини надто різняться і ще недостатньо вивчені.

Постановка завдання. На сьогоднішній час вирощування кукурудзи, як і інших сільськогосподарських культур, не можливе без збалансованої системи живлення

протягом вегетації, що включає внесення макро- та мікроелементів у легкодоступній формі, а також внесення позакореневих підживлень мікроелементами. Встановлено, що добрива є одним із найефективніших засобів впливу на урожайність і якість зерна кукурудзи. Кукурудза відноситься до культур, які мають тривалий вегетаційний період і здатна засвоювати поживні речовини у вигляді підживлення впродовж всього життєвого циклу [6, с. 20]. Вирощування сільськогосподарських культур за сучасними технологіями передбачає один з важливих елементів, яким є позакореневе підживлення. Воно істотно підвищує урожайність і покращує якість отриманої продукції. Це відбувається за рахунок збалансованого, швидкого забезпечення потреб рослин у необхідних їм елементів живлення. Особливо у ті періоди розвитку, коли рослини їх найбільше потребують.

Щорічно зростає асортимент мікродобрив, який використовують для позакореневого підживлення. Це може бути як обробка насіння мікроелементами, так і листкове підживлення. Не залежно від способу використання препаратів ефективність їх у технологіях вирощування сільськогосподарських культур досить висока. На підставі цілого ряду обґрунтованих наукових досліджень виявлено, що приріст урожайності і поліпшення якості товарної продукції переважає зростання виробничих затрат на 1 га посіву [7, с. 130].

Виклад основного матеріалу дослідження. Однією з провідних зернових культур України і світу є кукурудза. Порівняно з іншими культурами кукурудза має високий потенціал продуктивності – до 15 т/га. Такого рівня урожайності досягають за внесення норм добрив, які значно вищі, ніж під інші зернові культури. Але не завжди це вирішує питання одержання високої урожайності належної якості [1, с. 169]. Досягти успіху у вирішенні цієї проблеми можливо за рахунок оптимізації живлення, зокрема застосування мікродобрив нового покоління. Їх рекомендують і для позакореневого підживлення, і для передпосівної обробки насіння [2, с. 30; 8, с. 104].

Окрім макроелементів, рослини кукурудзи потребують для засвоєння багато мікроелементів. Їх потреба неоднакова на певних етапах росту і розвитку рослин. Щоб забезпечити рослини кукурудзи елементами марганцю, цинку, сірки, молібдену застосовують цілий перелік різних мікродобрив. Так як кукурудза утворює за відносно короткий період інтенсивного росту велику кількість вегетативної маси, для цього потрібно достатню кількість елементів живлення. Оптимальний розвиток рослин кукурудзи забезпечують мікроелементи. У життєдіяльності рослин вони відіграють важливу роль. Окисновідновні процеси, ферментні реакції відбуваються за їх участі. Іноді мікроелементи за наявності їх у ґрунті перебувають у недоступній для рослин формі. Тому у формуванні урожайності вони можуть стати лімітуючими чинниками. Для усунення дефіциту того чи іншого елемента у ґрунті практикують позакореневе підживлення рослин [8, с. 106; 9, с. 1].

Встановлено, що на формування 1 т зерна з відповідною масою побічної продукції гібриди кукурудзи, залежно від групи стиглості, засвоюють з ґрунту та добрив у середньому 24–30 кг азоту, 10–12 кг фосфору, 25–30 кг калію, 6–10 кг магнію і кальцію, 3–4 кг сірки, 11 г бору, 14 г міді, 110 г марганцю, 0,9 г молібдену, 85 г цинку, 200 г заліза [9, с. 1].

Коренева система рослин кукурудзи має високу здатність засвоювати елементи з ґрунту, та ефективно використовує залишки поживних речовин з добрив внесених під попередник. Традиційно кукурудзу вважають «індикатором» вмісту мікроелементів в ґрунті. Особливо чутлива кукурудза до нестачі цинку (Zn), марганцю (Mn), міді (Cu) та бору (B), що позначається на розвитку рослин, та призводить до

зниження продуктивності культури. Найбільш критичними щодо забезпеченості у розвитку рослин кукурудзи макро- та мікроелементами, вважаються фази трьох-п'яти та шести-восьми листків. У фазу трьох-п'яти справжніх листків у кукурудзи формуються генеративні органи, які в подальшому визначають майбутню врожайність культури.

Від наявності елементів живлення для кукурудзи, особливо фосфору, залежатиме кількість і величина елементів продуктивності, зокрема качанів на рослині та зерен на них. Молода рослина кукурудзи росте слабо. Її коренева система ще недостатньо розвинена. Вона не може засвоювати поживні речовини з важкодоступних сполук. Тому для стимулювання росту коренів важливо забезпечити рослини кукурудзи, не лише сполуками фосфору, а ще й марганцем (Mn), цинком (Zn) та бором (B). У фазі шести-восьми листків у кукурудзи відбувається швидкий ріст вегетативної маси. Відповідно, у рослин зростають потреби в елементах живлення. Часто буває, що рослини кукурудзи підпадають під дію гербіцидного стресу. Тому для підживлення в цей період бажано використовувати композиції мікродобрив з вмістом амінокислот, фосфітів, фітогормонів.

З огляду на те, що у більшості випадків в ґрунтових запасах доступних мікроелементів не достатньо, для забезпечення ними рослин у необхідних кількостях, або з певних причин вони малодоступні для корневих систем рослин, виникає потреба у додатковому внесенні мікроелементів у критичні періоди росту і розвитку. Найбільш ефективним є внесення мікроелементів шляхом позакорневих підживлень мікродобривами у формі хелатів [10, с. 55].

Для успішного вирощування кукурудзи агрономам слід враховувати, які саме мікроелементи є найбільш важливими для правильного росту та розвитку культури. Вважається, що кукурудза найбільш чутлива до нестачі цинку. Один із найважливіших для кукурудзи елементів живлення. Цинк не лише бере участь у синтезі хлорофілу та одразу кількох вітамінів у рослинах, а й підвищує стійкість кукурудзи до температурних стресів (зокрема, заморозків і різких перепадів атмосферних температур). Добрива, які містять цинк, вносять у нормі 1–2 кг/га під сівбу або відразу після неї. Якщо сівозміна перенасичена кукурудзою й агроном бажає зробити «профілактику» дефіциту цинку на найближчі 2–3 роки, вносити слід 4–5 кг/га цинкових добрив у діючій речовині. Особливо прояв даного недоліку спостерігається на перших стадіях розвитку. У той час, коли коріння кукурудзи ще не встигло зміцніти, а також на піщаних ґрунтах з них цинк легко вимивається. Кукурудза на зерно виносить близько 70 грам цинку на 1 тону врожаю основної продукції. Потреба кукурудзи в цинку збільшується, коли в ґрунті присутній надлишок мінеральних добрив. Особливо за високого вмісту фосфору і з високим рівнем рН ґрунту. Надмірний вміст у ґрунті фосфорних добрив так само роблять цинк більш важкодоступним для рослини. Без цинку повноцінно розвиватися рослина не здатна. Також цинк позитивно впливає на формування качанів кукурудзи. Він збільшує їх кількість, допомагає рослині боротися з несприятливими умовами навколишнього середовища, зокрема з посухою, заморозками, холодом і спекою. Також забезпечує імунітет і витривалість до бактеріальних і грибних захворювань. У рослині цинк регулює біосинтез вітамінів, а разом з ним білковий, вуглеводний і фосфорний обмін поживних речовин. Визначити, що кукурудзі не вистачає цинку дуже просто, адже кукурудза – це унікальна у своєму роді «рослина-індикатор». Якщо цій культурі не вистачає того чи іншого мікроелементу, рослина відразу подає сигнал своїм зовнішнім виглядом.

Недолік цинку, зазвичай, стає помітним за два тижні до цвітіння качанів. Перш за все дана культура починає сильно відставати в рості. На листках, по обидва боки, можна розгледіти біло-жовті смужки між жилок. Забарвлення молодого листя стає жовтуватим, а нижні листки взагалі відмирають. Верхівка рослини стає блідою, а також відзначається укорочення міжвузлів. Цинкове голодування кукурудзи – є основною причиною низьких і не якісних врожаїв [11, с. 105–106]. Ознаки можуть проявлятися ще з фази 5-го листка. На більш молодих листках з'являються знебарвлені білуваті ділянки у нижній третині листка з обох боків від центральної жилки. Згодом ці ділянки стають прозорими й відмирають, водночас центральна жилка і краї листка лишаються зеленими. Знебарвлення зазвичай проявляється смугами (так звана блідо-жовта смугастість листя), при цьому старіші листки вражаються вкрай рідко. За значного дефіциту листя може набувати червонуватого кольору, кількість зерна в качані зменшується. Причинами дефіциту цинку можуть бути високий вміст органічної складової (гумусу) у ґрунті, високий вміст фосфору або понаднормове внесення фосфорних добрив, підвищена лужність ґрунтів, холодна та волога погода, що заважає засвоєнню цинку рослинами. За внесення цинкових добрив також слід пам'ятати, що вони не повинні містити міді, оскільки ці два елементи є антагоністами й нейтралізують дію один одного, тому дефіцит лише збільшиться.

Магній також дуже важливий елемент живлення, який входить до складу хлорофілу, є учасником синтезу амінокислот та білків у рослині, впливає на цвітіння та запилення. З метою запобігання дефіциту та забезпечення культури магнієм рекомендовано вносити магнієві добрива під сівбу. Для бідних ґрунтів із низькою кислотністю краще обирати оксиди магнію, для кислих ґрунтів – кальцієво-магнієві сполуки (доломіти). Сульфат магнію краще застосовувати для внесення по листку. У фазі 5–6 листків забарвлення листя змінюється на блідо-зелене або жовтувате, на старішому листі жовте забарвлення нерівномірно з'являється поміж жилками, через що листя виглядає смугастим. Може проявлятися у вигляді білих цяток на червонуватому фоні (на старому листі). Інколи ознаки дефіциту більш виражені на кінчику листка, водночас його краї набувають червонуватого відтінку. У більш тяжких випадках листя всихає коло стебла. Листки видовжуються та опускаються. Причини такого дефіциту – піщані ґрунти та сулинки, підвищена кислотність, переущільнення ґрунтів, високий вміст у ґрунті калію, холодна та волога погода.

Марганець – елемент, який відіграє важливу роль у процесах фотосинтезу та білкового синтезу в рослині. Впливає на відновлення нітратів, а також активує деякі ферменти, таким чином значно впливаючи на метаболізм рослин. Вносити марганець у ґрунт не рекомендовано через низьку засвоюваність його рослинами та мізерний ефект від таких внесень. Для профілактики дефіциту слід приділити увагу правильному обробітку ґрунту: уникати занадто глибокого або занадто поверхневого обробітку. За явного дефіциту марганець вноситься по листку в будь-якій формі: сульфат, оксид, хелатне добриво. За нестачі марганцю усе поле виглядає жовтуватим, листя кукурудзи набуває блідо-жовтого забарвлення, з'являється міжжилковий хлороз на старіших листках. Листя видовжується й опускається, міжвузля короткі, листові пластинки мають хвилясті краї. По краях та на верхівках старих листків з'являються некротизовані ділянки, за серйозної нестачі вони є також у середній частині листка. Причини дефіциту – піщані або погано структуровані та рихлі ґрунти, високий вміст гумусу, висока кислотність, вапнування, холодна та волога погода.

Бор не лише відіграє важливу роль у вуглеводному обміні, а й водночас є регулятором синтезу стимуляторів та інгібіторів росту рослини. Бор сприяє кращому засвоєнню кальцію та азоту рослинами. Він бере участь у поділі клітин і формуванні клітинної мембрани, має вплив на запліднення квіток та формування пилку. За дефіциту бору велика вірогідність втратити урожай повністю. Хоча, слід визнати, трапляється такий дефіцит дуже рідко й запобігти негативним наслідкам можна шляхом обприскування посівів борвмісним добривом із розрахунку 300 г/га у діючій речовині. Дефіцит бору. Трапляється надзвичайно рідко. Починаючи з фази 6–7 листків, листя рослини підняте строго вгору, після появи 7-го листка листя починає біліти між жилками, поступово побіління поширюється і листки набувають смугастості, стебло стає дуже твердим. Репродуктивні органи рослини не утворюються, через що урожаю чекати марно. Зазвичай такий дефіцит може виникати на ґрунтах, що містять мало бору (найчастіше – через вимивання), а також на піщаних ґрунтах, де нещодавно провели вапнування. Внесення борвмісних добрив із розрахунку 300–400 г/га у діючій речовині дозволить виправити ситуацію, проте діяти слід оперативно.

Залізо – важливий для життєдіяльності рослини елемент, який активно бере участь у синтезі білків та хлорофілу, а також у фотосинтезі. Ризик дефіциту заліза з'являється, зокрема, на погано дренованих ґрунтах, що потрібно врахувати під час планування вирощування кукурудзи. Починаючи з фази 5–6 листка листя стає блідим, краї листків поступово всихають. Ріст рослин помітно пригальмовується, верхівки молодих листків схиляються донизу. Причини: високий вміст гумусу у ґрунті, високий вміст кальцію або заліза, рекультивовані ґрунти, застосування надто високих норм азотних добрив.

Мідь активує окисно-відновні процеси, за рахунок чого є важливим чинником вмісту білка та цукру в зерні кукурудзи. Бере участь у синтезі лігніну клітинною стінкою, підвищує активність продукування зерна. Починаючи з фази 5–6 листка листя стає блідим, краї листків поступово всихають. Ріст рослин помітно пригальмовується, верхівки молодих листків схиляються донизу. Причини: високий вміст гумусу у ґрунті, високий вміст кальцію або заліза, рекультивовані ґрунти, застосування надто високих норм азотних добрив.

Останнім часом нерідким явищем у виробничих посівах кукурудзи, особливо на темно-каштанових ґрунтах Степу, є дефіцит сірки. У фазі 4–5 листків кукурудза виглядає жовтуватою, причому найжовтішим буде листок, котрий виріс останнім. На молодому листі виникає знебарвлення ділянок поміж жилками, інколи пожовтіння розповсюджується на старіше листя, але часто воно залишається зеленим. Причинами дефіциту можуть бути ґрунти з низьким вмістом гумусу та ґрунти, схильні до залуження. За перших ознак дефіциту сірки рекомендується внести 25–50 кг/га сірчанних добрив у діючій речовині (норма підбирається залежно від ступеню нестачі). До того ж слід відрізнити ознаки дефіциту сірки від дефіциту магнію: якщо за нестачі сірки рослини виглядають рівномірно жовтуватими та прояви найбільш помітні на молодому листі, то за дефіциту магнію найбільше вражається старіше листя і з'являються білі цятки з червонуватою облямівкою.

За результатами проведення наукових досліджень встановлено, що рослини кукурудзи найбільше потребують поживних речовин у період викидання волоті – початок цвітіння та ще близько місяця після початку цвітіння. За даними Д. Шпара, кукурудза особливо потребує забезпечення мікроелементами цинку і марганцю, дещо менше – міді і бору [11, с. 104]. Тому сучасні мікродобрива з вмістом зазначених мікроелементів будуть наразі досить доречними. Встановлено, що

позакореневе підживлення мікродобривами сприяє збільшенню висоти рослин, інших біометричних параметрів та впливає на покращення якості врожаю [12, с. 24]. Процес цвітіння волоті (чоловічого суцвіття кукурудзи) з подальшим заплідненням і формуванням зернівок багато в чому залежить від погоднокліматичних чинників і наявності поживних елементів. За настання фази молочної стиглості процес накопичення у зернівках поживних речовин триває. В подальшому це визначить їхню масу, тому підживлення кукурудзи у цей період дозволить підвищити масу 1000 зерен.

Якщо провести позакореневе підживлення рослин мікродобривами у оптимальні строки, це дозволить повністю чи частково забезпечити потребу культури у поживних елементах. Відповідно це вплине на покращення рівня урожайності [13, с. 76]. Оскільки немає єдиної думки по питанню ефективної єдиної схеми використання мікродобрив у системі підживлення кукурудзи, дослідження у цьому напрямі продовжуються.

Механізм впливу на урожайність мікроелементів азотних добрив можна розглядати через дію на лужність ґрунту, гумусу і ґрунтову мікрофлору. Наприклад, унесення у весняне підживлення озимини аміачної селітри 100 кг/га сприяє зниженню рН ґрунтового розчину від 0,5 до 1 одиниці на чорноземних ґрунтах регіону. Зниження рН ґрунту тримається близько двох місяців, тобто впродовж активного живлення рослин. А зменшення рН на одиницю відчутно збільшує рухомість основних мікроелементів, формуючи рівень мікроелементного живлення.

Порушення оптимального співвідношення мікроелементів у ґрунті також є чинником формування трофічного дефіциту. Високий уміст рухомих сполук міді та низький – заліза й цинку, що саме характерно для ґрунтів регіону, призводить до блокування надходження останніх у рослини. Перезволоження ґрунту, особливо за надлишку фосфору й дефіциту калію, призводить до зменшення рухомості заліза, але збільшує поглинання рослинами кобальту. Низька або висока температура є негативними чинником для живлення залізом. За умов підвищених температур можливий розвиток дефіциту міді, особливо в разі застосування фосфорних добрив [13, с. 77]. Тому у врегулюванні живлення сільськогосподарських рослин важливим є експрес реагування на конкретні кліматичні умови року для цільового використання мікродобрив.

Високоєфективним способом «швидкого реагування» у відновленні мікроелементного балансу рослин є позакореневе мікроелементне підживлення. Позакореневу обробку посівів треба проводити у найважливіші періоди розвитку рослин відповідно, до фізіологічних потреб культури на основі визначення конкретного мікроелементного дефіциту, базуючись на наукових знаннях і лабораторних дослідженнях, індивідуально для кожного типу ґрунту і рівня удобрення.

В умовах Північного Степу за застосування фосфорних добрив компенсація мікроелементного дисбалансу лише позакореневими підживленнями не завжди є ефективною. Ґрунтове внесення мікродобрив із подальшим позакореневим мікроелементним підживленням є більш дієвим способом запобігання полі мікроелементному дефіциту, який провокує фосфорне удобрення [14, с. 1].

Рівень удобрення, що формує приблизно однакову насиченість ґрунту фосфатами й нітратами, здебільшого потребує підживлення комплексними багатокомпонентними мікродобривами в невисоких дозах. За середньої та підвищеної забезпеченості ґрунту фосфором й азотом із перевищенням насиченості ґрунту нітратами щодо фосфатів не більше ніж у два рази без виявлення дефіциту мікроелементів аналітичними методом застосовувати мікроелементне підживлення не потрібно.

Такий рівень удобрення є оптимальними для використання ґрунтових резервів і створення збалансованого режиму мікроелементного живлення.

Оцінюючи той чи інший спосіб застосування мікродобрив, треба виходити з того, що обмежує нормальний розвиток рослин. За низького й дуже низького рівня забезпеченості ґрунту основними елементами живлення, що формується на фоні недостатнього удобрення, визначальним для врожаю мінімумом є дефіцит основних елементів живлення. Необґрунтованість використання мікродобрив може призвести до невиправданих витрат, зниження ефективності виробництва аж до 100 % падіння рентабельності [4, с. 728].

Використання наукових основ у поєднанні макро- та мікроудобрення сприяє отриманню гарантованого економічно виправданого високоякісного приросту врожаю зернових культур за технологій і умов сільськогосподарського виробництва степового регіону. Збільшення коефіцієнта використання поживних речовин мінеральних добрив у 2–2,5 рази, забезпечення збалансованого й гармонійного живлення рослин протягом усього періоду вегетації, підвищення імунітету та стійкості рослин до несприятливих умов, збільшення гарантованого отримання сталого приросту врожаю в середньому до 15–20 % за підвищення рентабельності виробництва зерна (в окремих випадках до 49 %) й окупності мікродобрив, поліпшення елементарного складу продукції без необґрунтованих витрат на невиправдані технологічні елементи, запобігання екологічному перенавантаженню ґрунту – це неповний перелік переваг комплексного підходу щодо оптимізації живлення рослин [2, с. 29].

Висновки і пропозиції. Кукурудза відноситься до культур, які мають тривалий вегетаційний період і здатна засвоювати поживні речовини у вигляді підживлення впродовж всього життєвого циклу, окрім макроелементів, рослини кукурудзи потребують для засвоєння багато мікроелементів. Їх потреба неоднакова на певних етапах росту і розвитку рослин. Встановлено, що на формування 1 т зерна з відповідною масою побічної продукції гібриди кукурудзи, залежно від групи стиглості, засвоюють з ґрунту та добрив у середньому 24–30 кг азоту, 10–12 кг фосфору, 25–30 кг калію, 6–10 кг магнію і кальцію, 3–4 кг сірки, 11 г бору, 14 г міді, 110 г марганцю, 0,9 г молібдену, 85 г цинку, 200 г заліза. Позакореневе підживлення мікродобривами сприяє збільшенню висоти рослин, інших біометричних параметрів та впливає на покращення якості врожаю, а позакореневу обробку посівів треба проводити у найважливіші періоди розвитку рослин відповідно, до фізіологічних потреб культури на основі визначення конкретного мікроелементного дефіциту, базуючись на наукових знаннях і лабораторних дослідженнях, індивідуально для кожного типу ґрунту і рівня удобрення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Leaf area index of sweet corn (*Zea mays* ssp. *saccharata* L.) crops depending on cultivation technology in the drip-irrigated conditions of the south of Ukraine / Lykhovyd P. etc. *Modern Phytomorphology*. 2019. № 1–4, P. 166–184.
2. Гож О.А., Марченко Т.Ю., Котов Б.С. Вплив комплексних мікродобрив на основні біометричні параметри гібридів кукурудзи. *Біологічні дослідження – 2014*: зб. наук. праць V Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів. Житомир: вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2004. С. 28–31.
3. Захарченко Е.А. Ефективність застосування цинку при вирощуванні кукурудзи на зерно. *Вісник Сумського НАУ*. 2019. Вип. 4. С. 8–14.
4. Коваленко О.А., Дробітько А.В. Вплив мікро- та функціональних добрив на стресостійкість і продуктивність кукурудзи за умов змін клімату. *Кліматичні*

зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: матеріали Міжн. наук.-практ. конф. Київ: Агроосвіта, 2018. С. 727–730.

5. Крамарьов С.М., Писаренко П.В., Андрієнко А.Л. Продуктивність і якість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості за оптимізованої системи удобрення в умовах північного Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2005. № 4. С. 5–10.

6. Крестьянінов Є.В., Єрмакова Л.М., Антал Т.В. Формування урожаю та якості зерна кукурудзи залежно від фону та позакореневого підживлення посівів в умовах лівобережного Лісостепу. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. Т. 10. № 1. С. 18–26.

7. Лавриненко Ю.О., Гож О.А. Ріст і розвиток рослин гібридів кукурудзи ФАО 180-430 за впливу регуляторів росту і мікродобрив в умовах зрошення на півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 128–131.

8. Молдован Ж.А., Собчук С.І. Оцінка показників індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи за допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення. *Зернові культури*. 2018. Т. 2. № 1. С. 101–108.

9. Особливості застосування мікродобрив Реаком Плюс сумісно з гербицидами в технології вирощування кукурудзи. URL: <https://posivna.com.ua/ua/doslidi-agronoma/osoblivosti-zastosuvannya-mikrodobriv-reakom-plyus-sumisno-z-gerbitsidami-v-tehnologii-viroshchuvannya-kukurudzi> (дата звернення: 06.04.2024).

10. Пелех Л.В. Формування продуктивності кукурудзи залежно від обробки стимуляторами росту рослин в умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5. С. 54–61.

11. Поліщук М.І. Паламарчук О.Д. Вплив позакореневих підживлень на продуктивність гібридів кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 102–109.

12. Циков В.С., Дудка М.І., Шевченко О.М. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами 51 сумісно з азотним мінеральним добривом. *Бюлетень ІЗГ степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 23–27.

13. Циков В.С. Ефективність застосування макро- і мікродобрив при вирощуванні кукурудзи. *Зернові культури*. 2017. Т. 1. № 1. С. 75–79.

14. Що любить «їсти» кукурудза? Мікроелементи, які необхідні цариці полів. URL: <https://superagronom.com/articles/143-scho-lyubit-yisti-kukurudza-mikroelementi-yaki-neobhidni-tsaritsi-poliv> (дата звернення: 06.04.2024).