

Лабораторна робота № 12

Тема. Особливості системи удобрення основних сільськогосподарських культур.

Мета. Засвоїти системи удобрення основних сільськогосподарських культур у поєднанні з засобами захисту рослин залежно від ґрунтово-кліматичної зони, які забезпечать зростання виробництва високоякісної продукції без шкоди навколишньому середовищу за зниження її собівартості.

В результаті самостійної підготовки до заняття і виконання завдань студент повинен знати:

- методи діагностики живлення рослин;
- системи удобрення пшениці озимої, зернобобових культур, ячменю ярого, кукурудзи, буряку цукрового, соняшнику, картоплі;
- особливості системи удобрення в умовах зрошення;

вміти:

- брати участь у розробці технології використання добрив у поєднанні з меліорантами і засобами захисту рослин.

1. Теоретична частина.

1.1 Удобрення пшениці озимої.

Пшениця озима була і залишається провідною зерновою культурою в Україні. До найважливіших елементів технології її вирощування, які сприяють підвищенню продуктивності, належать: використання сортів з високими потенціалом кущіння і стійкістю до вилягання; реакція на підвищений рівень азотного живлення; оперативний контроль та ефективна боротьба з бур'янами, шкідниками і хворобами; застосування вдосконаленої сільськогосподарської техніки. Серед зернових колосових культур пшениця озима найвибагливіша до умов живлення. За вегетацію вона проходить 12 етапів органогенезу, кожен з яких характеризується відповідними вимогами до умов мінерального живлення.

За оптимальних строків сівби, достатньої кількості вологи і рухомих сполук елементів живлення в ґрунті фаза кущіння пшениці озимої починається через 15 діб після появи сходів. За сприятливих умов процес кущіння зазвичай відбувається восени. За пізніх строків сівби та на ґрунтах з низькою вологістю і нестачею елементів живлення для рослин процес кущіння переважно або значною мірою відбувається навесні.

Незважаючи на невелику масу рослин пшениці озимої в осінній період, важливу роль у створенні оптимальних умов їх розвитку в цей час відіграють наявність та правильне співвідношення між рухомими сполуками елементів живлення в ґрунті. На ранніх стадіях росту й розвитку, коли відбувається закладання колоса, його диференціація та утворення колосків, має бути оптимальне співвідношення між азотом і фосфором. Достатня кількість азоту в цей період позитивно впливає на величину врожаю. Тому на бідних ґрунтах або після непарових попередників частина загальної норми азоту має бути внесена восени. Нестача азоту в інші періоди на величину врожаю впливає менше.

Під час сівби пшениці після чистого пару в ґрунті завдяки мікробіологічним процесам (амоніфікації і нітрифікації) накопичується значна кількість азоту мінеральних сполук, зокрема нітратів. У цьому разі система удобрення має бути спрямована на нейтралізацію надлишкового живлення рослин азотом, тобто посилення фосфорного і калійного живлення. Тому під час складання системи удобрення пшениці озимої важливо враховувати вміст рухомих сполук елементів живлення в ґрунті й особливості попередників. Калій підвищує холодостійкість рослин, посилює кущіння, а оптимальне азотно-фосфорне живлення на початкових етапах розвитку пшениці стимулює ріст і заглиблення її коренів, сприяє накопиченню значної кількості цукрів, що підвищує стійкість рослин до низьких температур і весняної посухи, зменшує небезпеку вилягання.

Посилене азотне живлення пшениці озимої на ранніх етапах росту й розвитку знижує врожай, оскільки під час проростання азот гальмує ріст коренів і зумовлює деяку депресію початкового росту рослин. Підвищені дози азотних добрив у цей період сприяють формуванню пухкої великоклітинної структури тканин, які накопичують у передзимовий період багато води. Коренева система розвивається переважно у верхньому шарі ґрунту. Це знижує стійкість рослин до зимових несприятливих умов. Крім того, рослини можуть ушкоджуватися восени борошнистою росою, кореневими гнилями, а в умовах теплої осені також бурюю листковою іржею. Такі рослини нестійкі до вилягання. Тому в осінній період пшениця озима потребує невеликої, але достатньої кількості азоту.

У розвитку пшениці озимої виділяють два критичні періоди забезпеченості рослин елементами живлення: перший — від появи сходів до припинення осінньої вегетації, коли рослини доволі чутливі до нестачі азоту та фосфору, другий — від початку відновлення весняної вегетації до виходу в трубку, коли рослини доволі чутливі до нестачі азоту.

Отже, величина врожаю зерна та його якість залежать насамперед від забезпечення рослин азотом. Висока реакція пшениці на цей елемент живлення та підвищена стійкість до вилягання її сучасних сортів відкриває великі можливості для впровадження нових ефективних прийомів у технологічний процес вирощування цієї культури. Тому в комплексі заходів для розроблення технології вирощування пшениці озимої у певних ґрунтово-кліматичних умовах вирішальна роль належить насамперед азотним добривам.

Проблема оптимізації азотного живлення включає вирішення двох завдань: оптимальний розподіл визначеної норми добрив на кілька строків внесення і розроблення методики встановлення оптимальних доз азоту з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, попередників і сортових особливостей.

Пшениця озима має тривалий період вегетації, восени сильно кущиться і розвиває потужну кореневу систему, навесні зарання відновлює ріст і засвоює порівняно велику кількість азоту — від появи сходів до виходу в трубку 75-90% загального виносу. Азот істотно впливає на формування елементів продуктивності рослин.

Засвоївши ще до початку колосіння понад 2/3 усієї потрібної кількості азоту, в період цвітіння пшениця озима майже перестає його споживати. На початку формування зерна потреба пшениці в цьому елементі живлення значно збільшується і за нормальних умов розвитку рослина має засвоїти решту 25-30% потрібного їй азоту, який здебільшого витрачається на формування якості зерна.

Однією з істотних особливостей пшениці озимої, як і інших рослин, є нерозривність азотного і сірчаного живлення. У разі дефіциту сірки в живильному середовищі припиняються відновлення та асиміляція азоту рослинами. Припускають, що коли співвідношення N:S в зерні пшениці озимої перевищує 15, то спостерігається нестача сірки і затримується процес утворення білків.

Для діагностики нестачі сірки запропоновано вважати критичним співвідношення N:S для злакових культур у фазу виходу в трубку як 14:1, а вміст її рухомих сполук у ґрунті — не менш як 12 мг/кг.

Пшениця озима досить чутлива до реакції ґрунтового розчину. Найкраще пшениця росте і розвивається на ґрунтах з показником $pH_{\text{сол}}$ 6-7, тому вона добре реагує на вапнування кислих ґрунтів.

Найвищі врожаї пшениці озимої отримують за сумісного застосування у сівозміні органічних і мінеральних добрив. Гній в умовах достатнього і нестійкого зволоження в нормі 30-35 т/га вносять переважно під чисті й заняті пари та під кукурудзу на силос, де пшениця озима використовує його післядію.

Під час визначення норми і складу основного удобрення важливо враховувати їх вплив на зимостійкість рослин, яка залежить від накопичення з осені захисних речовин, насамперед цукрів, а також біохімічних і фізіологічних чинників обміну речовин (стан протоплазми, накопичення вільних амінокислот, гідроліз білка тощо). Фосфорні й калійні добрива сприяють більшому накопиченню цих речовин і значно поліпшують інші

фізіолого-біохімічні показники зимостійкості рослин. Цим і пояснюють їх високу дію в основному удобренні. Фосфорні добрива дуже добре діють на дерново-підзолистих ґрунтах за оптимального поєднання їх з азотними і калійними добривами. Їх ефективність знижується на сірих і темно-сірих лісових ґрунтах у зв'язку з достатнім вмістом у них рухомих фосфатів і дефіцитом мінерального азоту.

У Лісостепу й особливо Степу в умовах недостатнього зволоження спостерігається висока ефективність фосфорних добрив. Це пов'язано з тим, що чорноземи звичайні, південні й особливо карбонатні мають низький вміст рухомих сполук фосфору. За цих умов поліпшення фосфорного живлення рослин сприяє інтенсивному розвитку кореневої системи, що в подальшому забезпечує отримання вищого врожаю пшениці.

Припосівне внесення добрив є важливим заходом у системі удобрення пшениці озимої, оскільки сприяє забезпеченню рослин елементами живлення, особливо фосфором на початку розвитку. Слабка коренева система пшениці на початку вегетації нездатна засвоювати достатню кількість фосфору з ґрунту. Тому внесені в рядки фосфорні добрива більш позиційно доступні для рослин і сприяють посиленню росту кореневої системи та надземної маси рослин, підвищенню вмісту цукрів, що в подальшому визначає стійкість рослин до несприятливих умов перезимівлі.

Тому при сівбі рекомендується вносити $N_{10-15}P_{10-15}$ (діамофос) або $N_{10-15}P_{10-15}K_{10-15}$ (нітроамофоска), особливо коли добрива не вносили в основне удобрення.

Як показує практичний досвід, за допомогою простого збільшення норми азотних добрив не вдається істотно підвищити продуктивність пшениці озимої.

Зазвичай азотні добрива вносять вроздріб у чотири строки: основне і підживлення — ранньовесняне, у фазу виходу рослин у трубку, позакореневе (у фазу колосіння). Це пов'язано з тим, що пшениця чутливо реагує на запаси рухомих сполук елементів живлення в ґрунті на початку вегетації восени та у весняний період, коли спостерігаються три максимуми потреби в посиленому азотному живленні: у початковій фазі весняного кущіння (III етап органогенезу), у фазу виходу рослин у трубку (кінець V і VI та початок VII етапів органогенезу), а також у фазу колосіння (VIII — початок IX етапів органогенезу).

Загальноприйнятим прийомом у системі удобрення пшениці озимої є азотне ранньовесняне підживлення (напровесні, по так званому «черепку» або по мерзлоталому ґрунті). Середній приріст урожайності пшениці при цьому становить 3-5 ц/га.

Крім аміачної селітри напровесні можна вносити КАС. При цьому краплі КАС мають бути великими, щоб вони стікали з листків рослини й не обпікали їх. Обприскувачі слід обладнувати трубочками, щоб розчин виливався на поверхню ґрунту, що особливо важливо на зріджених посівах. Пізнє підживлення пшениці навесні затримує процес кущіння, внаслідок чого частина стебел формується з неповноцінними колосками або зовсім без них.

Слід зазначити, що внесення азотних добрив напровесні підвищує забур'яненість посівів, насамперед підмаренником чіпким, талабаном польовим та іншими бур'янами, здатними проростати і розвиватися за температури 1-5°C. При цьому збільшується не лише маса, а й кількість бур'янів. Це пояснюють тим, що бур'яни починають раніше відновлювати весняну вегетацію, ніж пшениця озима, мають розвинену кореневу систему в поверхневому шарі ґрунту і, таким чином, здатні перехоплювати азот із добрив, призначений для живлення пшениці. Підвищення вмісту в ґрунті нітрат-іонів також стимулює проростання насіння деяких видів бур'янів. Це потрібно враховувати під час розроблення системи захисту від них пшениці озимої.

Для підживлення озимих можна застосовувати більшість форм азотних добрив — аміачну селітру, вапняно-аміачну селітру, сульфат амонію та ін. При цьому для підживлення навесні краще брати аміачну селітру, восени — амонійні форми добрив, оскільки амоній на відміну від нітратів майже не мігрує по профілю ґрунту, й отже, менше втрачається за осінньо-зимовий період.

В Україні зазвичай вирощують високі врожаї зерна пшениці озимої, але не завжди високої якості. Строкатість якості зерна змушує шукати шляхи впливу на його технологічні показники.

Серед відомих прийомів підвищення якості зерна внаслідок зміни азотного підживлення велике значення має **позакореневе підживлення**.

Для проведення позакореневого підживлення пшениці озимої оптимальною дозою азоту є 30-45 кг/га у вигляді 10-30%-го розчину карбаміду. Істотне збільшення вмісту білка (в абсолютних величинах на 1,5-2,0%) та клейковини в зерні і його склоподібності переважно відбувається при проведенні підживлення у період колосіння — на початку молочної стиглості зерна, який зазвичай триває впродовж 10 діб. Засвоєний у цей час через листки азот уже не може бути використаний на утворення вегетативної маси рослин, тому повністю використовується для формування якості врожаю. Підвищення врожайності при цьому незначне — 1,5-3,0 ц/га, переважно внаслідок збільшення маси 1000 зернин. Це пояснюють тим, що до початку колосіння всі елементи структури врожаю пшениці озимої вже були сформовані.

Азот карбаміду найкраще засвоюється листками рослин уночі під час високої вологості повітря. Тому найкраще позакореневе підживлення пшениці озимої проводити вранці та ввечері. У прохолодну і похмуру погоду це можна робити упродовж усього дня. Однак підживлювати рослини за температури понад 20°C та за низької відносної вологості повітря у сонячний день не рекомендується, оскільки і з'являється небезпека обпекання поверхні листків.

Для позакореневого підживлення пшениці озимої можна також використовувати КАС, попередньо розбавивши його водою до концентрації 15-20%, однак за ефективністю він поступається розчину карбаміду.

1.2 Удобрення ярих зернових культур.

Вегетаційний період у ярих зернових культур коротший, ніж в озимих: у ячменю — 70-110 діб, вівса — 100-120, пшениці ярої — 80-115 діб, а кількість елементів живлення, яка витрачається на формування врожаю, у них майже однакова. Коренева система ярих зернових культур розвинена слабкіше, менш інтенсивно відбувається процес кушіння. Ці особливості потрібно враховувати для забезпечення повноцінного живлення рослин упродовж вегетації.

Ярі зернові культури мають найбільшу потребу в азоті у фазі від початку кушіння до виходу в трубку. За цей період вони поглинають до 40% азоту загального виносу за вегетаційний період. У перші 10-30 діб після появи сходів азот сприяє накопиченню в рослинах вуглеводів. Тому його нестача у цей період призводить до порушення формування генеративних органів, а в кінцевому результаті — до зниження врожаю. Внесення азоту в пізніші строки не усуває негативного впливу раннього азотного голодування і не сприяє підвищенню врожаю культур.

Фосфор сприяє росту кореневої системи у ярих зернових культур, формуванню великого колоса, ранішому досягненню врожаю. Початковий період росту є критичним у фосфорному живленні рослини. Тому внесення фосфорних добрив у рядки під час сівби у дозі 10-20 кг/га д.р. підвищує врожайність на 2-4 ц/га. Загалом фосфорні добрива дають менший приріст урожаю, ніж азотні, але без них рослини гірше засвоюють азот і калій.

Калію ярі зернові культури також найбільше поглинають на початку свого росту. Найвища ефективність калійних добрив спостерігається на піщаних і супіщаних ґрунтах, які мають невисокий вміст рухомих сполук калію. Після вапнування у міру окультурення ґрунтів значення їх зростає.

До ґрунтово-кліматичних умов проростання з ярих зернових культур найвимогливіші ячмінь і пшениця. Найкраще вони ростуть при застосуванні добрив на ґрунтах, які мають близьку до нейтральної реакцію (рН 6,0-7,3). На кислих ґрунтах найбільше знижують урожайність і окупність добрив сорти інтенсивного типу. Тритикале

яре і просо за вимогами до умов росту й особливостями живлення наближаються до пшениці ярої.

Ячмінь ярий найінтенсивніше засвоює основні елементи живлення впродовж досить короткого періоду — від фази кущіння до початку колосіння (25-30 діб). За цей час у рослини надходить 40-45% азоту, 50-65 — фосфору, 65-70% калію. У фазу колосіння ячменю майже завершується засвоєння з ґрунту всіх 100% калію, 90 — фосфору і 80% — азоту від загального виносу їх з урожаєм.

Оптимальна норма азотних добрив під ярі зернові культури, які вносять під час передпосівної культивуації після просапних культур — 60кг/га д.р., після багаторічних трав — 30-40, після зернових, капустяних та інших небобових попередників — 90кг/га д.р. Максимальна норма азотних добрив для цих культур становить 120кг/га д.р. Під пивоварні сорти ячменю норму азотних добрив зменшують на 30-50%, але норма фосфорних і калійних добрив при цьому має переважати норму азотних. Сорти ячменю, призначені для кормових і продовольчих цілей, мають отримувати більше азотних і фосфорних добрив та менше калійних.

Найкращими азотними добривами для основного внесення є аміачна селітра, карбамід, сульфат амонію, а також КАС, який забезпечує кращий розподіл азоту по поверхні поля. Для підживлення застосовують КАС у розбавленні 1:2...3 або вносять його великими краплями чи спеціально обладнаними обприскувачами з трубочками.

Фосфорні й калійні добрива під ярі зернові культури вносять восени під зяблевий обробіток ґрунту або навесні під час передпосівної культивуації в нормі 45-60кг/га д.р. За весняного застосування добрив ефективніше локальне стрічкове внесення на глибину 12-16см. Такий спосіб дає змогу зменшити їх норму на 25-30%. Ефективно також внесення добрив у рядки під час сівби ярих зернових культур на опідзолених ґрунтах по 10-15кг/га NPK, а на чорноземах P_{10-20} або $N_{10}P_{10-20}$, що забезпечує додатковий приріст урожайності зерна 2-3,5ц/га.

1.3 Удобрення зернобобових культур.

Зернобобові — цінні продовольчі та кормові культури. Під час складання для них системи удобрення потрібно враховувати одночасно підвищення врожаю і поліпшення якості продукції, оскільки ці культури мають велике значення для виробництва рослинного білка. Це пояснюють тим, що в насінні більшості зернобобових культур його міститься 25-30, у соломі — до 10-15%. Амінокислотний склад білків збалансований і має високий вміст таких цінних амінокислот, як лізин, метіонін, триптофан.

На кореневій системі бобових рослин можуть розвиватися бульбочкові бактерії, що дає їм можливість фіксувати газоподібний азот з атмосфери. Для ефективного використання цієї біологічної особливості бобових потрібно добре знати вимоги бульбочкових бактерій до умов середовища і продуктивності їх у симбіозі з культурними рослинами.

Зернобобові культури за оптимальних умов вирощування (реакція ґрунту близька до нейтральної, достатнє фосфорно-калійне живлення, застосування інокуляції) засвоюють з повітря за допомогою бульбочкових бактерій близько 60-70% азоту загального його вмісту в рослинах і лише 1/3 — використовують із ґрунту. Тому вважають, що у більшості випадків достатньо внести лише стартову дозу азотних добрив (20-40кг/га д.р.) під час передпосівної культивуації, щоб отримати високий урожай з добрими показниками якості продукції.

Поряд зі створенням оптимальних умов зовнішнього середовища для життєдіяльності бульбочкових бактерій ефективність їх симбіозу забезпечується інокуляцією насіння зернобобових культур спеціальними активними расами бульбочкових бактерій.

Для визначення норми азотних добрив під зернобобові культури користуються таким методом. Наприклад, якщо врожайність зерна гороху планується 3,0т/га, то за виносу на 1т зерна і відповідної маси соломи 60кг азоту загальний винос азоту становитиме (3×60)

180кг/га. Приблизно половина азоту від господарського виносу знаходиться в пожнивно-коренових рештках, тобто 90кг/га. Тому в біологічному врожаї гороху на 1га міститься $(180 + 90) 270$ кг/га азоту. За оптимальних умов росту й розвитку зернобобові культури беруть $1/3$ азоту з ґрунту і $2/3$ — з повітря. У нашому прикладі рослини використовують з ґрунту близько 90кг/га азоту $(270:3)$. Отже, рослини споживають з ґрунту стільки само азоту, скільки залишається його у пожнивно-коренових рештках у ґрунті — 90кг/га. Якщо припустити, що рослини засвоюють 50% азоту з ґрунту, то з добрив буде засвоєно також 50%, тобто $(90:2) 45$ кг/га азоту. За коефіцієнта використання азоту рослинами з азотних добрив 50% норма його має бути 90кг/га д.р. На чорноземах норма буде меншою, бо на цих ґрунтах рослини можуть засвоювати азоту більше.

Збільшенню вмісту білка в зерні бобових культур на 1-1,5% і вище також сприяє поліпшення фосфорно-калійного живлення. Внесення фосфорних і калійних добрив по 40-60кг/га д.р. підвищує врожайність зерна гороху на 2-3ц/га.

Фосфорні добрива ефективніше вносити під зернобобові культури на слабкоокультурених ґрунтах та особливо на чорноземах, калійні — на дерново-підзолистих ґрунтах легкого гранулометричного складу. Як основне добриво під зернобобові можна застосовувати фосфоритне борошно та інші водонерозчинні форми фосфорних добрив. Вносити їх потрібно восени під зяблевий обробіток ґрунту. З калійних добрив можна використовувати всі форми, але перевагу потрібно надавати безхлорним. Наприклад, не переносить хлору люпин. Це типовий хлорофоб. Тому хлоровмісні калійні добрива зазвичай вносять восени.

На площах, де основне удобрення не застосовували, особливо ефективно вносити в рядки під час сівби $N_{10-20}P_{10-20}K_{10-20}$. Залежно від культури прирости врожайності від цього прийому становлять 3-4,5ц/га. Люпин порівняно з іншими зернобобовими культурами ризниється кращою здатністю засвоювати фосфор з важкорозчинних форм добрив і запасів ґрунту.

Мікродобрива можна вносити в ґрунт до початку сівби (наприклад, 1,0-1,5кг/га Мо, 1,5-2,0кг/га В), під час сівби разом з фосфорними добривами або під час оброблення насіння бактеріальними препаратами (150-200 г молібдату амонію і 200-300г борної кислоти на 1т насіння), а також для позакореневого підживлення.

Для сої, як і для інших культур, важливо правильно поєднувати основне і припосівне удобрення та підживлення. Основне удобрення вносять під сою восени під зяблевий обробіток ґрунту або навесні — під культивуацію. Азотні добрива навесні вносять у нормі, вдвічі меншій, ніж фосфорні.

На посівах сої особливо ефективне позакореневе підживлення азотом, що сприяє поліпшенню якості зерна. Його проводять на початку утворення бобів 3%-м розчином карбаміду. Значну роль у підвищенні якості зерна сої відіграють також калійні добрива, які, як і фосфорні, вносять у нормі 45-60кг/га д.р.

1.4 Удобрення кукурудзи.

Кукурудзу вирощують на зерно, силос і зелений корм. Вона досить вибаглива до родючості ґрунту, не переносить кислих (оптимальне значення рН 6,0-7,0) та важких перезвожених, що сильно запливають, і засолених ґрунтів. Під кукурудзу відводять поля з найродючішими ґрунтами і добрими попередниками. Вона дає високі врожаї на ґрунтах, багатих на рухомі сполуки елементів живлення, насамперед азоту, з добрими фізичними властивостями, водо- і повітропроникністю. На ґрунтах із показником рН 5,0 і менше обов'язково проводять вапнування. Вапняні добрива краще вносити під попередник.

Поглинання елементів живлення кукурудзою триває до настання воскової стиглості зерна, тобто майже впродовж усього вегетаційного періоду. До фази молочної стиглості зерна рослини накопичують близько 90% елементів живлення загального виносу з урожаєм і 80% сухої речовини. Близько половини елементів живлення поглинається у період швидкого росту за короткий проміжок часу — від викидання волотей до початку цвітіння.

Азот кукурудза продовжує засвоювати майже до початку досягання качанів. Однак найінтенсивніше вона його засвоює у період за 10-20 діб до викидання волотей. На бідних на азот ґрунтах Полісся, а також на вилужених і опідзолених чорноземах Лісостепу для формування високого врожаю кукурудзи не вистачає саме азоту та потрібної суми ефективних температур. Азотні добрива не лише збільшують урожай, а й поліпшують його якість, підвищують вміст у зеленій масі та зерні протеїну.

У перший місяць кукурудза росте дуже повільно і засвоює мало елементів живлення, але вони, особливо фосфор, мають бути в достатній кількості та в доступній формі. Тому в системі удобрення кукурудзи обов'язково передбачають внесення фосфорних добрив у рядки під час сівби 10-20 кг/га P_2O_5 . При цьому насіння і добрива мають бути розділені шаром ґрунту 2-4 см, щоб висока концентрація ґрунтового розчину, зумовлена добривом, не пошкодила насіння. Доза азоту в рядковому удобренні має не перевищувати 5 кг/га. На бідних ґрунтах передбачають внесення в рядки повного добрива. При цьому краще використовувати концентровані форми складних добрив. Різко негативна дія рядкового внесення підвищених норм мінеральних добрив особливо виявляється на менш буферних дерново-підзолистих ґрунтах.

Фосфор кукурудза засвоює більш-менш рівномірно впродовж тривалого часу, аж до досягання врожаю. Фосфорні добрива стимулюють розвиток потужної кореневої системи, закладання репродуктивних органів, сприяють більш ранньому утворенню качанів, прискорюють досягання врожаю. Найвибагливіша кукурудза до їх внесення на чорноземних ґрунтах Степу. Нестача фосфору затримує ріст і розвиток квіток та зерен у качанах кукурудзи, листки рослин стають темно-зеленими з фіолетово-червоним відтінком і поступово відмирають.

Калій кукурудза найінтенсивніше споживає в перший період вегетації. При вирощуванні її на зерно в другій половині вегетації накопичення калію в рослинах може іноді знижуватись. Це відбувається внаслідок його відтоку в ґрунт. Найбільша потреба у калійних добривах на піщаних ґрунтах легкого гранулометричного складу, заплавних і торф'яних ґрунтах, а також при вирощуванні після калієфільних культур (соняшнику, коренеплодів, картоплі та ін.)

Нестача калію в ґрунті сповільнює ріст рослин, краї листків жовкнуть і засихають, погано розвивається коренева система, знижується стійкість рослин до вилягання.

Система удобрення кукурудзи складається з трьох прийомів: основного, рядкового і підживлення.

Кукурудза досить чутлива до внесення органічних добрив, особливо на Поліссі. Часто на дерново-підзолистих ґрунтах без їх застосування не вдається отримати високий урожай цієї культури. Кращими органічними добривами є підстилковий гній і торфогноївкові компости, які на цих ґрунтах вносять по 30-40 т/га, а в Лісостепу і Степу — відповідно 25-30 і 20 т/га. У разі застосування безпідстилкового гною з метою запобігання забруднення ґрунтових і підґрунтових вод норма азоту має не перевищувати 200 кг/га. На чорноземах Лісостепу внесення 20 т/га гною забезпечує приріст урожайності зерна кукурудзи від 0,4 до 0,9 т/га, а силосної маси — 8-9 т/га.

На зрошуваних масивах за достатнього поливання кукурудзи спостерігається значне посилення дії азотних добрив і, навпаки, значне ослаблення дії фосфорних і калійних, що пояснюється мобілізацією природних запасів фосфору і калію.

Норму мінеральних добрив під кукурудзу встановлюють на основі вмісту в ґрунті рухомих сполук елементів живлення і рівня запланованої урожайності. Так, для вирощування врожаю зерна 50-70 ц/га норми мінеральних добрив на чорноземних ґрунтах Лісостепу становлять $N_{90-120}P_{60-90}K_{90-100}$. Якщо мінеральні добрива вносять на фоні органічних, то норми їх зменшують.

Ефективність основного мінерального удобрення значно підвищується за локального способу внесення порівняно з розкидним.

Підживлення кукурудзи азотом посилює дію основного удобрення, але не замінює його. Зазвичай потреба у підживленні азотними добривами виникає на слабкозабезпечених азотом дерново-підзолистих, сірих лісових ґрунтах і вилужених чорноземах. Найбільший ефект дає раннє підживлення рослин у фазу 3-5 листків.

З мікроелементів для живлення кукурудзи особливо важливі цинк, мідь, бор, манган та ін. Так, на дерново-підзолистих ґрунтах потреба в цинку становить 3кг/га, міді — 2кг/га. Потреба в цинку особливо зростає за високого вмісту в ґрунті рухомих сполук фосфору. Крім внесення мікроелементів з мінеральними добривами та нанесенням їх на насіння позитивний ефект дає позакореневе підживлення цинком (300-400г/га) і міддю (250-300г/га) у фазу 3-5 листків.

1.5 Удобрення буряку цукрового.

Буряк цукровий дуже вибагливий до родючості ґрунту і зовсім не переносить кислої реакції ґрунтового середовища. Для отримання високих урожаїв його вирощують на окультурених нейтральних або навіть слабколужних ґрунтах (рН 7,0-7,5). Тому ґрунти з показником $\text{pH} < 6,5$ і гідролітичною кислотністю понад 2смоль/кг ґрунту обов'язково потрібно вапнувати. Буряк цукровий добре реагує на вапнування, яке зазвичай проводять дефекатом за повною гідролітичною кислотністю. Вносять дефекаат безпосередньо під культуру, або з метою зменшення забур'яненості посівів під попередник.

У розвитку буряку цукрового умовно виділяють три періоди: формування листового апарату; ріст коренеплоду; накопичення цукру.

На початку вегетації, коли рослини мають слабкорозвинену кореневу систему, в ґрунті має міститися достатня кількість доступних елементів живлення безпосередньо біля проростаючого насіння. Нестача елементів живлення у цей період затримує ріст і розвиток рослин та негативно впливає на подальший ріст коренеплодів і накопичення цукру. В період росту листків у поживному середовищі має переважати азот, що сприяє швидшому формуванню оптимального фотосинтетичного апарату і забезпечує триваліший період його ефективного функціонування. Чим повніше буряк у цей період забезпечений азотним живленням, тим вищі урожай і якість коренеплодів.

У період накопичення цукру зниження частки азоту в живленні буряку цукрового позитивно впливає на збір цукру. Дія фосфору і калію залежать від забезпечення його азотом. Тому в системі живлення велике значення має встановлення оптимальних співвідношень між окремими елементами в різні періоди росту. Це співвідношення забезпечується правильною системою удобрення, яка включає вапнування ґрунту, внесення органічних і мінеральних добрив, оптимальне співвідношення елементів живлення при основному, припосівному внесенні та підживленні.

Розробляючи систему удобрення буряку цукрового, варто дотримуватись загального правила: потрібно забезпечити рослини доступними формами елементів живлення на початку вегетації, оптимальний рівень живлення, зокрема азотом, у період інтенсивного формування листового апарату. Наприкінці вегетації для формування коренеплодів та накопичення в них цукру рослинам потрібне помірне азотне живлення, але посилене фосфорне і калійне. Період максимального надходження елементів живлення припадає на липень — серпень.

Система удобрення буряку цукрового полягає у внесенні органічних, фосфорних і калійних добрив під зяблевий або під весняний обробіток ґрунту. Внесення фосфорних і калійних добрив навесні менш ефективне, особливо в засушливі роки.

Гній можна вносити як безпосередньо під буряк цукровий, так і під попередник. Середня норма — 20-40т/га. Він має бути напівперепрілим. Свіжий гній унаслідок інтенсивного розкладання погіршує живлення буряку цукрового азотом, призводить до сильної забур'яненості посівів.

В основних районах бурякосіяння найбільший ефект дає внесення гною і мінеральних добрив восени під глибоку оранку плугом з передплужником. Глибоко

зароблені добрива в усі періоди росту й розвитку рослин знаходяться в зоні гарантованого зволоження і добре засвоюються їх кореневою системою. Коренева система буряку цукрового охоплює досить значний об'єм ґрунту, проникає на глибину 2-2,5 м і поширюється в боки на 1 м і більше. Внесення добрив навесні знижує їх ефективність, особливо в південних районах і в сухі роки, іноді в 1,5-2 рази. У бурякосійних районах Полісся, достатньо забезпечених опадами, дія мінеральних добрив за осіннього і весняного внесення вирівнюється. За весняного внесення більший ефект дає локальний спосіб порівняно із розкидним.

За даними дослідів агрохімслужби, в основних бурякосійних районах України застосування $N_{120}P_{90-120}K_{90-120}$ забезпечує найвищу їх окупність приростом урожаю коренеплодів. Реакція буряку цукрового на окремі види добрив великою мірою визначається типом ґрунту. Так, азотні добрива добре діють на сірих лісових ґрунтах, вилужених і опідзолених чорноземах, слабкіше — на типових чорноземах. На звичайних чорноземах і солонцюватих ґрунтах їх дія незначна.

Найкращою формою азотних добрив переважно є натрієва селітра, що пояснюють легким засвоюванням нітратів і натрію, оскільки буряк належить до рослин-галофітів.

Азотні добрива під буряк цукровий в основних зонах бурякосіяння вносять під час передпосівної культивації або весняного вирівнювання ґрунту. Ефективним також є осіннє внесення аміачних форм азотних добрив (аміаку водного і безводного) одночасно з проведенням пізньоосіннього безвідвального розпушування зябу за зниження температури ґрунту до 5-10°C.

Фосфорні добрива більше підвищують урожай буряку цукрового на чорноземних, ніж на сірих лісових ґрунтах. Відмінність дії форм фосфорних добрив, внесених під зяблеву оранку на чорноземних ґрунтах, незначна, хоча суперфосфат зазвичай має деяку перевагу.

Дія калійних добрив найчіткіше виражена на ґрунтах легкого гранулометричного складу. Буряк краще реагує на форми добрив, які поряд з калієм містять низку супутніх елементів живлення (натрій, магній, сірку та ін.). Ці добрива за ефективністю переважаючи хлорид калію, тобто відмічається залежність, протилежна для більшості інших культур. Хлор на розвиток буряку цукрового негативно не впливає.

Крім макроелементів, буряк цукровий для формування врожаю потребує значної кількості мікроелементів, зокрема бору, мангану, міді, цинку та ін. Мікродобрива можна вносити разом з азотними добривами в рядки під час сівби, разом з мікродобривами (бор 0,4-0,6 кг/га, манган 2 кг/га д.р.) або для підживлення в фазі 3-4 листків, наприклад розчином борної кислоти (500 г/га).

1.6 Удобрення соняшнику.

Соняшник має добре розвинену кореневу систему, яка проникає на глибину 3-4 м, а в горизонтальному напрямку на 0,8-1, м, що дає змогу рослинам засвоювати вологу та елементи живлення з глибоких шарів ґрунту. Він добре використовує фосфор і калій ґрунту, а також післядію раніше внесених добрив, здатний засвоювати фосфор із важкорозчинних сполук ґрунту і добрив, а калій — із важкорозчинних сполук ґрунту. Соняшник — калієфільна культура.

У процесі вегетації соняшник засвоює елементи живлення нерівномірно. На початку росту він потребує небагато елементів живлення, але засвоєння їх випереджає темпи приросту сухої речовини. Так, за перший місяць вегетації соняшник використовує 15% азоту, 10 — фосфору і 10% калію, хоча накопичення органічної речовини за цей час не перевищує 5% максимальної величини. За наступні 1,5 міс, коли формуються кошики і до кінця цвітіння, соняшник інтенсивно вбирає елементи живлення, засвоює 80% азоту, 70 — фосфору і лише 50% калію. Решта (40%) калію надходить у рослини від фази наливання насіння до початку достигання.

У живленні соняшнику умовно виділяють три періоди: перший — від появи сходів до формування кошика, коли рослини помірно засвоюють азот і калій та посилено фосфор;

другий — від початку формування кошика до початку цвітіння, коли рослини посилено засвоюють усі елементи живлення і третій — від початку цвітіння до початку наливання сім'янок і досягання, коли рослини знову помірно засвоюють азот і фосфор та посилено калій.

Система удобрення соняшнику складається з трьох прийомів: основного, рядкового і підживлення. Соняшник добре реагує на післядію органічних добрив, тому в сівозміні його розміщують після культур, під які вносили гній. Проте високі прирости врожаю насіння соняшнику отримують за поєднання внесення органічних і мінеральних добрив. Залежно від умов зволоження внесення 20-30т/га гною забезпечує приріст урожайності насіння 0,2-0,5т/га. Орієнтовні норми мінеральних добрив становлять 45-90кг/га азоту, фосфору і калію.

Гній, фосфорні і калійні добрива вносять під зяблевий обробіток ґрунту, азотні — під час передпосівної культивуації. Ефективним є також внесення повного мінерального добрива навесні локально на глибину 12-14см. Високі результати забезпечує рядкове внесення добрив під час сівби, зокрема на ґрунтах з низьким вмістом рухомих сполук елементів живлення. Доза рядкового удобрення становить P_{15-30} у вигляді суперфосфату або $N_{10-15}P_{15-30}$ у вигляді комплексних добрив. Це підвищує врожайність насіння соняшнику на 0,2-0,3т/га.

Система удобрення в сівозміні є частиною загальної системи застосування добрив у господарстві, де всебічно обґрунтовано види, норми, дози, форми, співвідношення, строки і способи застосування добрив (і меліорантів) із врахуванням біологічних потреб культур в елементах живлення і фактичного рівня родючості ґрунту для отримання високих урожаїв культур доброї якості за наявних ресурсів добрив і меліорантів з одночасним регулюванням параметрів показників родючості ґрунту в певних природно-кліматичних умовах.

Загальну схему удобрення культур розробляють на ротацію сівозміни, а луків, пасовищ, багаторічних насаджень та інших — на період їх використання. При цьому враховують можливу середньобагаторічну (5—10 років) забезпеченість господарства добривами і середньозважені (за результатами останнього агрохімічного обстеження) параметри показників родючості ґрунту всіх полів сівозміни, а також можливий баланс елементів живлення і гумусу за реалізації системи удобрення.

Норми і співвідношення добрив у прийнятій системі удобрення щороку уточнюють у річному плані застосування добрив з урахуванням родючості ґрунту на полі, погодних умов, фактичної наявності добрив у господарстві. На основі цього плану складають календарний план придбання (накопичення) добрив, де зазначають загальну кількість певних видів і форм добрив та черговість їх придбання.

Кількісно систему удобрення в сівозміні характеризує середня кількість (на 1га) добрив, які вносять щороку та за ротацію сівозміни (в останньому випадку — це насиченість 1га площі сівозміни добривами). Якісно вона характеризується окупністю 1кг д.р. мінеральних добрив і 1т органічних добрив урожаєм усіх культур сівозміни (в перерахунку на зернові або кормові одиниці залежно від типу сівозміни).

Найвищої ефективності добрив можна досягти тільки при застосуванні системи удобрення під культури сівозміни, в якій поєднується внесення органічних і мінеральних добрив, а також засобів хімічної меліорації ґрунтів, розрахованої на тривалий період з урахуванням біологічних особливостей виду і сорту культури, попередника, ґрунтового покриття та його поживного режиму, ресурсів добрив, планової врожайності, погодних умов, і яка базується на високій культурі землеробства.

За базову основу сучасних систем удобрення культур у різноротаційних сівозмінах прийнято системи удобрення, які вивчають в умовах довгострокових стаціонарних польових дослідів, що розташовані в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Контрольні питання.

1. Як повинна бути забезпечена пшениця озима елементами живлення в осінній період?
2. На які показники структури врожаю озимої пшениці впливає перше підживлення азотом у фазу кущіння?
3. Як впливає на продуктивність гречки внесення під неї гною?
4. Які сорти ячменю повинні більше отримувати фосфорних і калійних добрив порівняно з азотними?
5. Коли найефективніше проводити підживлення кукурудзи?
6. На які показники структури врожаю впливає підживлення озимої пшениці азотними добривами під час виходу в трубку?
7. Коли, якими елементами і в якій дозі проводиться перше підживлення буряку цукрового?
8. До якого мікроелементу найчутливіша картопля на легких ґрунтах?
9. Яке з калійних добрив найефективніше при внесенні під картоплю на легких ґрунтах?
10. До чого призводить нестача азоту в ранньовесняний період розвитку озимої пшениці?