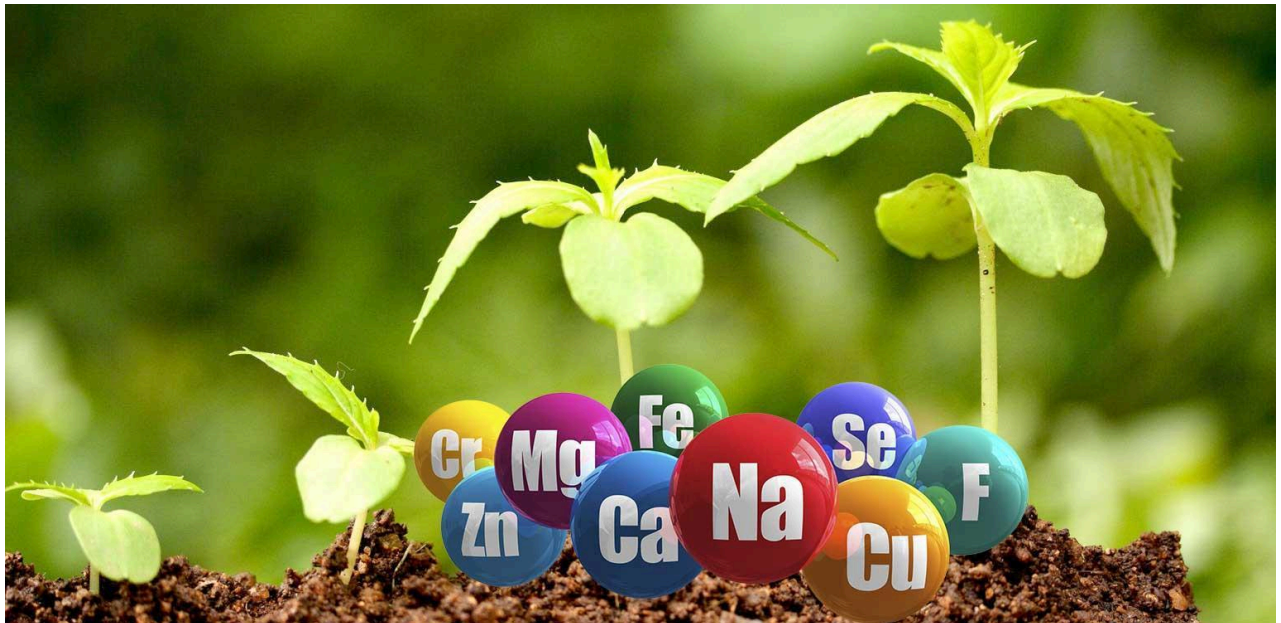


Тема: Елементи живлення для рослин: ознаки їх нестачі чи надлишку

Азот, фосфор, калій – три титани в системі живлення рослини. Але науковці визначають ще понад 30 важливих елементів живлення, без яких культура може загинути. Сюди входять мезоелементи (сірка, магній) та мікроелементи. Останніх у рослинах значно менше, всього в межах 0,001% – залізо, мідь, бор, цинк, марганець, молібден та ін. Проте – всі важливі! Це елементи, які буквально вдихають життя у рослину. Їх брак чи надлишок однаково негативно впливають на майбутній врожай.

У цій статті ви дізнаєтеся, яке «харчування» необхідне рослинам та як забезпечити своєму полю баланс поживних елементів?



Що таке макроелементи?

Людей, тварин та рослин об'єднує наявність макроелементів. Це хімічні речовини (метали та неметали) необхідні для нормального розвитку. Якщо в ґрунті замало хоча б одного із елементів, рослина розвивається погано.

Елемент
Азот N
Фосфор P
Калій K

Кількість у рослинах

від 14 до 19% – у рослинних білках
в насінні зернових: 1,5-3%
зернобобових: 3-5%

вміст у рослинах (в розрахунку на суху речовину): 0,5-1%

в листках концентрація калію: 4-6%
в соломі зернових: 1-1,5%
у коренеплодах: 0,3-0,6%

Елементи живлення рослин

АЗОТ

Азот N – це головний або будівельний елемент, він відповідає за ріст маси рослини, за формування коренів, листя, насіння та плодотворення. Завдяки азоту рослини виробляють хлорофіл. Потребу в азоті мають абсолютно всі рослини, а найбільш азотозалежні зернові та зернобобові культури.

Дефіцит – пряма загроза врожаю. Якщо рослина потерпає від нестачі азоту, колір її листків різко змінюється, спочатку блідо-зелений, а потім жовтий і листки відмирають. Стебла такої рослини стають слабкими та тонкими, сповільнюється ріст та розвиток. Азотне голодування візуально дуже помітне на молоденьких рослинах і на ранніх стадіях можна покращити ситуацію – внести підживлення азотними добривами. Ось так виглядає дефіцит азоту, наприклад, на кукурудзі:



Надлишок – високий вміст азоту згубно впливає на культури. Через надлишок азоту листки стрімко ростуть, натомість розвиток стебла і квіток гальмується. Також велика доза азоту виводить воду з ґрунту, що призводить до зневоднення рослин. Крім того надмірне внесення азоту шкодить самій землі, адже таким чином в ній накопичуються нітрати.

ФОСФОР

Фосфор P – другий за важливістю макроелемент. Він засвоюється в меншій мірі ніж азот, але не менш необхідний. Якісне насіння має бути фосфоровмісне, бо від цього залежить майбутнє формування кореневої системи. Також фосфор відповідає за запліднення квіток, формування і досягання плодів.

Дефіцит – надзвичайно важливо, щоб фосфору було достатньо на початку вегетації рослини, бо його нестачу неможливо буде компенсувати на пізніх етапах росту. Якщо від початку фосфору замало, це негативно вплине на ріст – такі рослини низькорослі, пізно починають цвісти, листя дрібне.

Листки рослини з дефіцитом фосфору змінюють забарвлення:



Надлишок фосфору – це доволі рідкісне явище. Втім, якщо цього елемента забагато, то рослини не можуть нормально засвоювати залізо та цинк. А листки через збільшений вміст фосфору починають хворіти на хлороз.

КАЛІЙ

Калій K – відповідальний за інтенсивність споживання рослинами інших поживних елементів. Також калій підвищує стійкість до грибкових захворювань, до посушливих умов. Він нормалізує засвоєння азоту та фосфору. Якщо рослина добре забезпечена калієм, то вона витримує вплив низьких і високих температур. Адже цей елемент допомагає використовувати вологу з землі.

Нестача калію в рослині. Дефіцит калію негативно впливає на процеси обміну речовин. Листки втрачають природний колір, стають бурого забарвлення, а з часом опадають. Нестача калію проявляється у вигляді “опіків” на листках, вони по краях вкриваються наче іржею. Зерно після калієвого голодування матиме низьку схожість та буде дрібне.

Так виглядає листя томатів, що відчувають дефіцит калію:



Надлишок – якщо калію забагато рослині, то це теж негативно позначиться – листки плямами вкриваються та буріють. Сповільнюється процес цвітіння. Через надлишок калію рослини не можуть сповна засвоювати магній.

Що таке мікроелементи?

Мікроелементи в рослинах – це здебільшого метали, які рослина отримує з ґрунту. Там їх накопичується багато, але переважно у вигляді нерозчинних сполук, а рослини засвоюють мікроелементи лише в розчинній формі. Крім того кислотність ґрунту має значення для засвоєння рослинами мікроелементів. У кислих ґрунтах вони погано або майже не засвоюються. Тому вміст мікроелементів в ґрунті коригують застосовуючи комплексне мінеральне живлення рослин.

А вперше в живих організмах виявили мікроелементи у XIX столітті. Але тоді про їх значення було майже невідомо. До речі, український науковець Володимир Вернадський один з тих, хто зробив прорив в дослідженнях та вивченні впливу мікроелементів на живі організми.

До мікроелементів належать:

Цинк, бор, мідь, молібден, кобальт, магній, марганець, барій, йод, кремній, алюміній, хлор, титан, натрій, срібло, залізо, ванадій, нікель, селен, літій

Всі вони відіграють важливу функцію в процесі вегетації рослини, а саме, впливають:

- на процес фотосинтезу;
- на показники цукристості;
- на стійкість до морозів та посухостійкість;
- на синтез білків;
- на стійкість до хвороб та шкідників;
- на розмір та якість врожаю.

Мікроелементи поділяють за такими видами:

Метали	Неметали
Залізо Fe Марганець Mn Цинк Zn Мідь Cu Молібден Mo Кобальт Co	Хлор Cl Бор B

Є ще третій вид мікроелементів – *специфічні мікроелементи*. Їх кількість в рослинах і, відповідно, необхідність в них – найменша.

Вплив кожного мікроелемента на розвиток сільськогосподарських культур

ЗАЛІЗО

Залізо Fe – важливе для фотосинтезу та ферментативної функції здорової рослини. Засвоюється рослинами краще і швидше, ніж інші мікроелементи.

Дефіцит – візуально досить легко помітити нестачу цього мікроелементу. Такі рослини вже при найменших ознаках дефіциту заліза мають пожовкле листя, а потім листки й зовсім біліють. І хоча заліза зазвичай вистачає в самому ґрунті, однак

рослини часто страждають від його нестачі. Чому? Тому що, засвоєння заліза дуже залежить від рівня рН ґрунту. Чим кисліший ґрунт, тим важче залізо надходить до рослин. На лужних землях вносять мінеральні добрива з додатковим вмістом заліза. Особливу потребу в залізі мають бобові, картопля, кукурудза та капуста.

Побілілий листок внаслідок нестачі заліза:



Надлишок – коли заліза для рослини забагато, то це призводить до опадання листків. Цікаво, що такі листки, навіть, не змінюють своє забарвлення, а просто відмирають. Але візуально надлишок заліза видно по кількості квіток – їх дуже мало, пригнічується ріст пагонів, рослина в'яне.

МАРГАНЕЦЬ

Марганець Mn – відповідає за процеси росту, фотосинтез, плодоношення. Покращує стійкість рослин до несприятливих погодних умов.

Дефіцит. Марганець, як і залізо, вже є у ґрунті, але в ґрунтах з підвищеною кислотністю, доступного марганцю вкрай мало. Візуально рослини з нестачею марганцю стають блідозелені, на листках з'являються дрібні плями жовтого чи коричневого кольору, а потім листя відмирає. Ще одна ознака дефіциту марганцю – потемніле коріння, а також погана морозостійкість. Особливо чутливі до дефіциту марганцю овес, ячмінь, шпинат, буряк, квасоля, горох. Щоб покращити їх врожайність необхідно вносити добрива з марганцем.

Надлишок – якщо ґрунт перенасичений марганцем, тоді виникають проблеми із поглинанням заліза. Такі рослини візуально мають скручені листки, утворюються хлорози, на злакових культурах помітне “вигорання” посівів.



Надлишок марганцю забирають кремній та молібден, вони вирівнюють відсоткове співвідношення цього мікроелементу в ґрунті.

ЦИНК

Цинк Zn – впливає на окислювально-відновні процеси розвитку рослин, відповідає за синтез гормону росту, збільшує кількість аскорбінової кислоти в ягідних рослинах, впливає на процеси живлення та транспортування інших поживних речовин, бере участь в поділі клітин. А також покращує стійкість до захворювань та несприятливих погодних умов.

Дефіцит – нестачу цинку зазвичай виявляють на ґрунтах з нейтральним рівнем рН. Натомість на кислих додатково вносити його не потрібно. Через брак цинку погіршується стійкість до хвороб. Візуально дефіцит цинку можна діагностувати через сповільнений ріст – занадто дрібні молоді листочки, нерозвинена розетка, деформація листків верхівки. А найбільше залежні від цинку – гречка, буряк, картопля, кукурудза, льон та рис.

На цих соняхах візуально помітно, як виглядають рослини з нормальним рівнем цинку та за його нестачі:



Надлишок – якщо ґрунт перенасичений цинком, це спричиняє деформацію структури листків, зокрема, таке листя знизу покривається білими водяними плямами, а зверху вкривається горбиками-пухирцями. Зрештою, такі листки потім відмирають та опадають.

МІДЬ

Мідь Cu – впливає на процеси біосинтезу, фотосинтезу та бере участь у формуванні ДНК, РНК. Також позитивно впливає на процес живлення рослин та накопичення інших корисних речовин. Збільшує стресостійкість культур до посухи, морозів, надмірної чи недостатньої вологості.

Дефіцит – брак міді негативно позначається на репродукції рослини. Пилкові зерна утворюються в меншій кількості, а для злакових характерна пуста зернистість колоска:



На вигляд нестачу міді можна помітити також по листках: на краях виникають білі плями, листки скручуються в “трубочку”. Загалом уповільнюється ріст та розвиток рослини.

Надлишок – мідь у надлишку має токсичний вплив на рослини, також перенасичення міддю спричиняє дефіцит заліза. Ріст уповільнюється, а листки вкриваються знизу бурими плямами. Таке поле стає вразливим до хвороб.

МОЛІБДЕН

Молібден Mo – важливий компонент у ферментативних процесах, прискорює синтез білків та амінокислот. Він має захисний вплив на рослини проти токсичної дії алюмінію. Бобові, капуста, редиска, помідори та салат мають особливу потребу в молібдені.

Дефіцит молібдену можна порівняти з азотним голодуванням культур: листки скручуються, поверхня деформується, ріст поганий. У таких рослинах накопичуються нітрати. Якщо нестачу молібдену мають капуста чи огірки, то їхні листки скручуються та зморщуються. Якщо на полі застосовують багато азотних добрив, то необхідність вносити додатково молібден – зростає.



Надлишок – через надмірне живлення молібденом може погано засвоюватися мідь. І загалом надлишок цього мікроелементу знижує врожайність. Візуально перенасичення молібденом видно на листках зі світлими плямами.

КОБАЛЬТ

Кобальт Co – цей мікроелемент є складовим вітаміну B12 і позитивно впливає на формування бульбочкових бактерій в бобових культур. Покращує розвиток та ріст рослини, бере участь у фотосинтезі, процесах дихання рослини, а також впливає на утворення вуглеводів, жирів, цукрів та вітамінів. Для злакових культур він сприяє стійкості до вилягання. А також завдяки кобальту засвоюються краще основні елементи живлення – азот, калій, фосфор.

Дефіцит – візуально брак кобальту схожий на азотне голодування: затримка росту, ослаблення рослин, порушення біосинтезу тощо. Кобальт найбільш важливий для зернових та бобових.

Надлишок – побіління країв листків та зрештою їх відмирання – ознака надлишку кобальту.

БОР

Бор B – елемент, який не входить до металів, важливий для розмноження рослин (запилення), формування нових тканин та живлення. Бере активну участь в процесах обміну речовин. Рослини його поглинають весь період вегетації, а особливо бор потрібен для розвитку молодих коренів. Згодом його найбільше накопичується в листках і квітках, а в коренях та стеблах – менше. Разом з іншими елементами, він формує стійкість рослини до хвороб та стресових ситуацій. Найбільшу потребу в борі мають коренеплоди та хрестоцвіті.

Дефіцит – зазвичай бору бракує на лужних чи кислих ґрунтах. Під час посухи рослина взагалі не може поглинути його. Нестача бору призводить до відмирання точки росту. Особливо необхідний бор для вирощування ріпаку. Ознакою нестачі бору на ріпаку є висихання верхівок рослини, некроз листків, листки стають червоно-фіолетового кольору. Бор в нормі збільшує олійність ріпаку. А на буряках нестача бору проявляється у вигляді хлорозу листків та сухої гнилі. Також всім рослинам, з дефіцитом бору притаманний синдром “дуплистості” на суцвіттях. Нестача бору як

правило спостерігається при надмірному азотному живленні, після вапнування та в умовах засухи.

Так виглядає нестача бору на соняшнику:



Надлишок – оскільки бор найбільше накопичується в листках, то відповідно, якщо його забагато - це одразу видно по листку. Таке листя жовтіє плямами, деформується. Згодом квіти формуються меншими, рослини в'януть.

ХЛОР

Хлор Cl – потреба рослин в ньому невелика. Але тим не менш він задіяний в процесах фотосинтезу. Селера та гречка охоче сприймають підживлення хлором. **Дефіцит** хлору – вкрай рідкісне явище, його потреба не є настільки великою, тож зазвичай рослинам вистачає отриманого хлору з ґрунту. Частіше в рослин проявляється надлишок хлору: скручені і бронзові верхівки листків.

Ще одна важлива роль мікроелементів полягає в тому, що завдяки ним, рослини набагато краще засвоюють макроелементи. Наприклад, при дефіциті заліза, марганцю чи цинку культура не може нормально поглинати азот. А фосфор краще засвоюється, тоді коли в нормі молібден і кобальт. За наявності хлору рослина добре поглинає калій.

Що таке мезоеlementи?

Це хімічні елементи, які в невеликій кількості містяться в рослинних організмах – Ca, Mg, S (кальцій, магній, сірка).

КАЛЬЦІЙ

Кальцій Ca – потрібен для хорошого розвитку кореневої системи та надземних органів рослини. **Дефіцит кальцію** зупиняє ріст коріння, а конкретніше – корневих волосків, через які до рослини надходить вода та поживні речовини з ґрунту. Через брак кальцію збільшується кислотність ґрунту.



Надлишок – азот, калій, бор та залізо не можуть добре засвоюватися при великій кількості кальцію в ґрунті.

МАГНІЙ

Магній – потрібен для фотосинтезу, а також є транспортером фосфору до рослини. Тобто магній потрібен для метаболізму фосфатів і дихання рослин. В кислих землях спостерігається дефіцит магнію. Візуально такі рослини мають хлороз листя:



СІРКА

Сірка важлива для зимостійкості рослин та для перетворення нітратного азоту в амінокислоту. *Дефіцит сірки* візуально схожий на дефіцит азоту – повільний ріст та

жовте листя. Кукурудза та люцерна мають особливу потребу в сірці. Надлишок сірки характеризується шорстким листям, скрученим до середини.

Колоски за умов дефіциту сірки страждатимуть від повільного росту:



Роль мінерального живлення

Змінити, а точніше вирівняти дисбаланс у системі живлення свого поля ви завжди можете за допомогою мінеральних добрив!

У сучасному агросвіті є широкий вибір – калійні, фосфорні, азотні добрива до ваших послуг. А в останні роки все більшої популярності в Україні та світі набирають [комплексні мінеральні добрива](#). Тобто – амофос, діамфос, нітрофоска та [нітроамофоска](#). Це добрива, що мають не менше двох поживних елементів у своєму складі та підходять для різних типів рослин. Вони – універсальні за своїм призначенням. А також простіші у застосуванні, бо добре поглинаються кореневою системою культур. Вони бувають двох видів:

- змішані (механічні суміші з різних речовин)
- складні (два і більше елементів живлення).

[«Нітроамофоска-М»](#) – це комплексне складне мінеральне добриво, яке має переваги над іншими! Бо в його складі є всі необхідні елементи живлення для рослин:

[Макроелементи](#) – N, P, K

[Мікроелементи](#) – Fe, B, Zn, Mn, Cu та ін

[Мезоелементи](#) – S, Ca, Mg

А також гранульоване добриво:

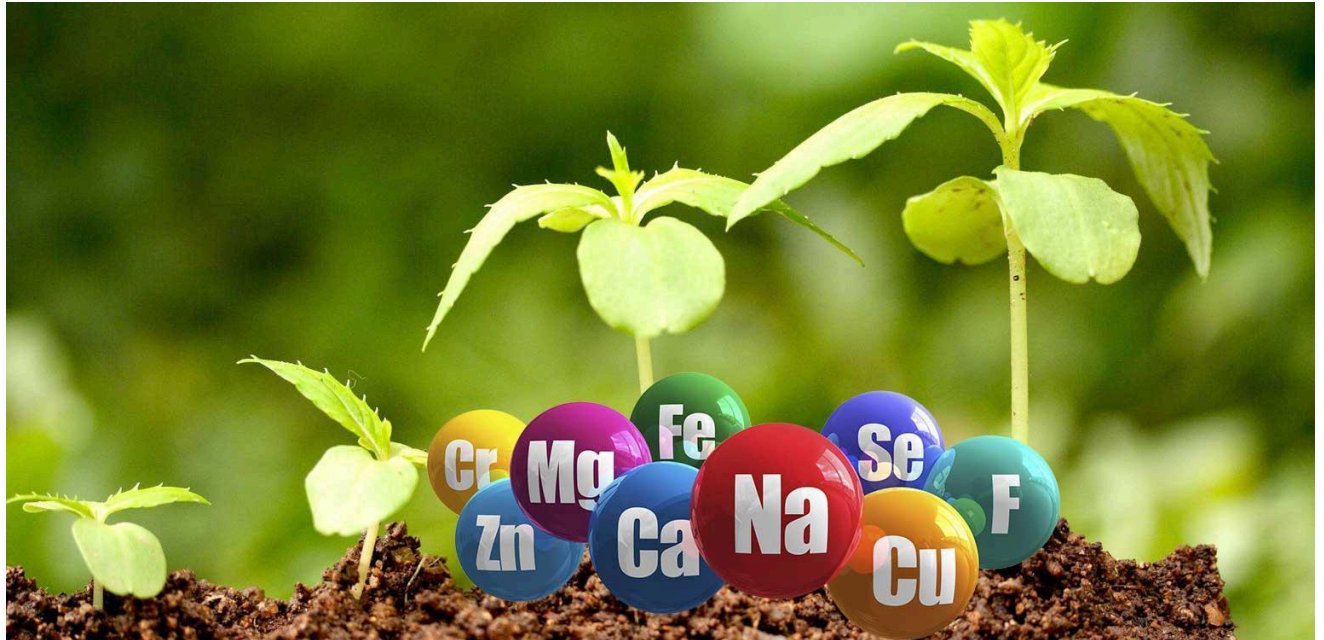
- легко засвоюється

- всі корисні елементи збалансовані
- однаковий вміст в кожній гранулі
- добре розсипається та не злежується

І наостанок найважливіше – «Нітроамофоска-М» підходить для різних типів ґрунтів, навіть, *для кислих*!

Лінійка добрив компанії «Тетра-Агро» на сьогодні виглядає так:

NPK 9:18:22, NPK 3:20:20, NPK 15:15:15, NPK 7:17:21, NPK 16:16:16



АГРОХІМІЯ І ЕКОЛОГІЯ

- 1. Забруднення природного середовища.***
- 2. Негативна дія агрохімічних засобів на природне середовище.***

Література:(1) ст

- 1. Забруднення природного середовища.***

Забруднення навколишнього природного середовища викликається рядом причин:

- 1. Недосконалістю технології транспортування, зберігання, підготовки і внесення мінеральних добрив.***

Нестача спеціалізованих транспортних засобів, застосування перевальної системи доставки добрив, використання для перевезення їх автотранспорту загального призначення призводять до значних втрат добрив, які на шляху від заводу до поля становлять **10—12 %**.

2. Порушенням технології застосування добрив у сівозміні і під окремі культури.

Система удобрення культур у сівозміні повинна забезпечувати правильне поєднання органічних і мінеральних добрив, внесення їх в оптимальних нормах і співвідношеннях. При виборі форм і норм добрив треба враховувати не лише задоволення потреб рослин в елементах живлення, перетворення їх у ґрунті залежно від періоду внесення, а й можливість нагромадження в сільськогосподарських продуктах і кормах токсичних речовин. Так, підвищені норми азотних добрив при незбалансованості фосфору і калію призводять до нітратного забруднення навколишнього середовища, викликають нагромадження в сільськогосподарських продуктах і кормах нітратів, нітритів.

Оптимальним співвідношенням основних елементів живлення рослин для більшості сільськогосподарських культур в умовах України є $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 0,9 : 0,8$, тоді як фактично вони поставляються в співвідношенні $1 : 0,6 : 0,7$. Невикористані сільськогосподарськими культурами поживні речовини за певних умов стають джерелом антропогенного забруднення, а також потенціальним джерелом вимивання їх з ґрунту. Вимивання поживних речовин, і насамперед азоту, залежать від типу і різновидностей ґрунту, форм добрив та інших факторів. Вимитий з ґрунту нітратний азот стає джерелом забруднення питної води.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я гранично допустимі концентрації нітратів у питній воді не повинні перевищувати 45 мг/л NO_3^- , або 10 мг/л азоту нітратів; у добовому раціоні харчових продуктів людини вміст нітратів не повинен перевищувати 450—500 мг, а вміст нітратів у кормах — 5—10 мг/кг сирової продукції.

У 1988 році встановлено допустимі концентрації нітратів у харчових продуктах. Для помідорів, цибулі, кавунів вона не повинна перевищувати 60, яблук — 65, динь — 90, огірків — 150, картоплі — 250, моркви ранньої — 400, пізньої — 250, капусти ранньої — 900, пізньої — 500, столових буряків — 1400 мг/кг сирової маси.

Агрохімічна служба України під час оцінки рівня нітратного забруднення продукції рослинництва та овочівництва користується ГДК, розробленими відповідними державними службами.

Споживання питної води, харчових продуктів і кормів, в яких вміст нітратів перевищує гранично допустимі концентрації, викликає отруєння людей і тварин. Гемоглобін крові при цьому перетворюється на метгемоглобін, що є

однією з причин виникнення ракових захворювань. Надходячи в живі організми, нітрати взаємодіють з амінами й утворюють нітрозаміни, що викликають такі захворювання людей і тварин, як тахікардія, диспепсія, авітамінози тощо.

Забруднення природних вод сполуками азоту створює умови для розвитку водоростей, у результаті чого у воді знижується вміст кисню, що призводить до загибелі риби.

Одним із основних факторів надмірного нагромадження нітратів у рослинах є використання високих норм азотних добрив, тому внесення їх треба обмежувати відповідними оптимальними рівнями. Підвищення норми внесення азоту призводить до збільшення вимивання його з ґрунтової товщі.

Забруднення ґрунтових вод нітратами пов'язане з землекористуванням. Найбільше забруднюються ґрунтові води нітратами на ріллі, меншою мірою на луках, пасовищах і в лісових масивах. У лізіметричних дослідках найбільше азоту (21 кг/га) вимивалося з ґрунту під чистим паром, значно менше (7—9 кг/га) — під просапними культурами і зовсім мало (2,5—4,5 кг/га) — під зерновими культурами суцільного посіву.

Негативні екологічні наслідки спричиняють не лише азотні, а й фосфорні добрива. У зв'язку з малою рухомістю фосфору він майже не вимивається з ґрунту, і концентрація його у річках та озерах у зоні інтенсивного застосування фосфорних добрив не перевищує 0,16 мг/л проти гранично допустимої концентрації у питній воді 10 мг/л. Отже, застосування фосфорних добрив в оптимальних нормах практично не виявляє негативної дії на навколишнє середовище. Проте слід зауважити, що застосування необґрунтовано високих норм фосфорних добрив призводить до зниження засвоюваності рослинами мікроелементів і викликає забрудненість ґрунту фтором, що міститься в добривах. Фтор має високу хімічну активність і тому є небезпечним для здоров'я людей і тварин.

Підвищення концентрації фтору у ґрунті порушує структуру асиміляційного апарата, що призводить до гальмування процесів фотосинтезу, дихання і росту сільськогосподарських рослин, знижує їх продуктивність. При вирощуванні сільськогосподарських культур на ґрунтах, де вносилися добрива з фтором, вміст фтору в продуктах збільшується в кілька разів — до 2—10 мг/кг. Забруднення рослинної продукції фтором відбувається при вмісті водорозчинного фтору в чорноземах на рівні 12,5 мг/кг ґрунту. Підвищені дози фтору знижують продуктивність тварин, пригнічують їх розвиток, викликають отруєння. У людей вони викликають флюороз зубів, захворювання на остеосклероз, а в теплокровних тварин пригнічується фосфорно-кальцієвий і ферментний обмін.

Із фосфорними добривами, особливо фосфоритним борошном, у ґрунт надходять важкі метали (Cd, Pb, Ni), що характеризуються високою токсичністю

і здатністю нагромаджуватися в організмах людини і тварини. Попадаючи в організм тварин з кормами, ці елементи викликають анемію і параліч кінцівок. Застосування фосфорних добрив у високих нормах пов'язано із збільшенням надходження фосфору у водоймища, де він разом з іншими поживними речовинами викликає посилене розкладання планктону, заболочення водойм та загибель водних організмів внаслідок дефіциту розчиненого у воді кисню. При споживанні природних вод, багатих фтором, можуть отруюватися і люди. Симптоми отруєння спостерігаються у порушенні мозкової діяльності, появі сліпоти.

Токсичність фосфору для людей залежить від співвідношення $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5$. Нешкідливим вважається співвідношення цих елементів на рівні 1 : 1 або 1 : 1,5. Якщо воно порушується, то надлишок фосфору в продуктах харчування може викликати різні захворювання.

Негативна дія калійних добрив на навколишнє середовище виявляється в результаті надходження в ґрунт хлору. Так, при внесенні 60 кг/га K_2O у формі хлориду калію рослини засвоюють лише 1/6 частину хлору, що міститься в добриві, решта його залишається в дренажних водах. Досить чутливими до наявності хлору є картопля, огірки, конюшина, люцерна, виноград, капуста, помідори, тютюн та ін. Він знижує врожайність цих культур, погіршує якість продукції. Хлор, що знаходиться в ґрунтовому розчині, взаємодіє з ГВК та утворює з основними елементами ґрунту розчинні солі, що вимиваються у глибокі горизонти. Внаслідок цього відбувається збіднення орного шару на Ca , Mg , Na , Cd , втрати яких щорічно досягають залежно від погодних умов і ґрунтів від 1 до 4 т/га. Порушується співвідношення їх у кормах, що негативно впливає на фізичний стан і продуктивність тварин. Підвищений вміст калію в кормових травах призводить до отруєння тварин, а застосування високих норм калійних добрив веде до забруднення водойм.

Слід пам'ятати, що деякі з мікроелементів у підвищених концентраціях належать до потенційних забруднювачів ґрунту. Значна їх кількість потрапляє в ґрунт з мінеральними, вапняними та органічними добривами.

Сировина для виробництва туків (апатити, фосфорити, сирі калійні солі) містить до 5 % домішок, в яких є Cd , Pb , F , Se , Sr , V та інші токсичні елементи, що можуть забруднювати ґрунт та навколишнє середовище.

Внесені у великих кількостях мінеральні добрива, особливо азотні і калійні, зумовлюють підкислення ґрунтового розчину, підвищують осмотичний тиск, викликають засолення, порушують нормальний хід окисно-відновних процесів у ґрунті, що створює несприятливі умови для розвитку сільськогосподарських культур. Тому дотримання технології застосування добрив, внесення їх в оптимальних нормах і співвідношеннях є запорукою утримання в чистоті навколишнього середовища та одночасно вирощування врожаю з високою якістю сільськогосподарської продукції.

3. Надмірним ущільненням ґрунту та нерівномірністю внесення мінеральних добрив.

Впровадження в сільськогосподарське виробництво енергомістких тракторів та інших машин і знарядь майже на 20 % знижує врожайність сільськогосподарських культур; 40 % внесених при цьому добрив витрачається марно і забруднює навколишнє середовище.

Суттєвим є також і фактор непродуктивного витрачання добрив через нерівномірність їх розподілу на полі та по профілю орного шару. Розкидачі мінеральних добрив відцентрового типу, які застосовують для цього, допускають нерівномірність внесення добрив у межах 60—80 %, що знижує врожайність сільськогосподарських культур від 5—8 до 15—16 %. У зв'язку з цим зменшуються коефіцієнти використання поживних речовин внесених добрив. Невикористані сільськогосподарськими культурами поживні речовини за певних умов є джерелом забруднення навколишнього середовища.

4. Недосконалістю властивостей і хімічного складу добрив та інших удобрювальних засобів.

Значна частина поживних речовин добрив втрачається в результаті хімічних і біологічних процесів, що відбуваються в природі. Так, при поверхневому внесенні сечовини та інших аміачних форм добрив відбуваються втрати азоту у вигляді газоподібного аміаку. Ці втрати на легких за гранулометричним складом висококарбонатних ґрунтах зростають, збільшуються вони також і на нейтральних та лужних їх відмінах. Водночас заробка цих добрив у ґрунт під оранку, культивуацію, внесення в рядки під час сівби забезпечує більш продуктивне їх використання та знижує втрати азоту.

Втрати азоту пов'язані також з процесами нітрифікації і денітрифікації в ґрунті. Втрати азоту з кореневмісного шару ґрунту внаслідок вимивання становлять близько 10 %.

Для їх запобігання не слід застосовувати соломистий гній, своєчасно проводити обробіток ґрунту, що забезпечує належний газообмін ґрунтового повітря.

Значним недоліком більшості мінеральних добрив є їх фізіологічна кислотність, а також наявність залишкової кислоти в результаті технології виробництва. Інтенсивне застосування таких добрив підкислює ґрунтовий розчин, погіршує умови росту і розвитку сільськогосподарських культур, особливо чутливих до підкислення ґрунту. У зв'язку з цим виникають проблеми, пов'язані з додатковим вапнуванням ґрунтів.

Нині розробляються нові форми добрив, проводиться їх грануляція, капсулювання, покриття гранул різними плівками, елементарною сіркою, поєднання поживних речовин добрив із стимуляторами росту, ретардантами,

інгібіторами та іншими хімічними препаратами. Зокрема, виготовлення капсулованих азотних добрив пролонгуючої дії, які повільно розчиняються у воді, поступово в міру потреби рослин використовують їх з ґрунтового розчину, де він поглинається кореневою системою рослин, що запобігає вимиванню його в підґрунтові води.

Серед недоліків багатьох видів добрив є наявність у їх складі баласту (натрію, хлору, фтору тощо), а також токсичних важких металів (Cd, Pb, Sr, Ag та ін.), які при систематичному застосуванні мінеральних добрив можуть нагромаджуватися в ґрунті у значних кількостях та забруднювати навколишнє середовище. Наприклад, при застосуванні фосфорних добрив з 1 т P_2O_5 в ґрунт надходить близько 16 кг фтору, який погіршує фізичні властивості та родючість ґрунту, інгібує в ньому біологічні процеси, порушує фотосинтез і біосинтез у рослинах; знижує діяльність таких ферментів, як енолаза, фосфоглукомутаза, фосфатаза; викликає нагромадження його в зерні пшениці, рису, бульбах картоплі і негативно впливає на здоров'я людей і тварин.

5. Порушенням технології виробництва, зберігання і внесення органічних добрив.

Недосконала технологія утилізації відходів тваринницьких комплексів та підвищені норми органічних добрив сприяють збільшенню кількості патогенних організмів, яєць гельмінтів, що потрапляють у ґрунт, знижується його здатність до самоочищення. Під впливом високих норм мінеральних добрив у результаті хімічного забруднення, підкислення та ущільнення ґрунту більш інтенсивно виявляється негативна дія мікроорганізмів що викликають захворювання і некроз корневих систем культурних рослин. Особливо негативно впливає на ґрунт і рослини внесення підвищених норм рідкого безпідстилкового гною, внаслідок чого в ґрунті у великих кількостях нагромаджуються не лише нітрати, а й важкі метали (Cu, Zn, Mn, Pb тощо).

Особливо високою забрудненістю патогенними мікроорганізмами характеризується рідкий пташиний послід з великих птахофабрик, що заготовляється без дотримання правил утилізації; він також дуже забруднює ґрунт нітратами. При дотриманні правильної технології зберігання рідкого пташиного посліду протягом 6 міс. його забрудненість патогенними організмами знижується в 19 разів, а кількість нітратів у ґрунті наближається до допустимих концентрацій.

Для того щоб забезпечити екологічну чистоту навколишнього середовища, біля тваринницьких ферм та відгодівельних комплексів для утилізації підстилкового і рідкого гною треба будувати гноєсховища, виділяти території, на яких можна зберігати і підготовляти гній до використання, що одержують на тваринницьких формах і комплексах з відгодівлі свиней, великої рогатої худоби та птиці.

Слід також поєднувати внесення рідкого безпідстилкового гною з традиційним підстилковим гноєм та різними компостами, що знижує забрудненість навколишнього середовища важкими металами та шкідливою мікрофлорою. Крім того, гній та інші органічні добрива інтенсивно адсорбують радіоізотопи, запобігають переходу їх із забрудненого ґрунту в рослини.

Застосування органічних добрив повинно поєднуватися з використанням мінеральних. Це забезпечує більш продуктивне використання поживних речовин добрив, ефективний їх вплив на підвищення родючості ґрунту й урожайності та поліпшення якості сільськогосподарської продукції. В цих умовах все більшого значення набуває біологічне землеробство.

Застосування добрив в оптимальних нормах і співвідношеннях сприятиме поліпшенню загальної культури землеробства, зростанню коефіцієнтів використання поживних речовин з добрив, збереженню екологічної чистоти навколишнього середовища. При цьому також скорочуються втрати поживних речовин з добрив від водної, вітрової та іригаційної ерозії, інфільтрації, вивітрювання тощо.

6. Об'єктами промислового виробництва й автомобільним транспортом.

В Україні зосереджено понад 1000 хімічних заводів, щоденно працює понад 1 млн одиниць автомобільного транспорту які викидають у повітря щорічно понад 65 млн т шкідливих речовин, в тому числі автомобілі близько 40 млн. т. Великі території забруднені радіонуклідами в результаті аварії на Чорнобильській АЕС.

Усе це разом узятє створює стресовий вплив на навколишнє середовище. У 78 містах України вміст шкідливих речовин в атмосфері перевищує норму в кілька разів. Частина цих викидів потрапляє в ґрунт, створюючи негативний вплив на навколишнє середовище. Особливо небезпечними є радіонукліди та важкі метали (Hg, Pb, Cd), що складають групу критичних речовин. Висока концентрація їх у ґрунті припиняє ріст коренів, викликає загибель рослин.

Зниження негативної дії цих шкідливих речовин можна досягти вапнуванням ґрунту, коли більшість важких металів стає малорухливими і надходження їх у рослини знижується. Застосування вапняних добрив на забруднених радіонуклідами кислих ґрунтах не лише ліквідує підвищену кислотність, а й зменшує надходження ⁹⁰ Sr в рослини; внесення вапна знижує рухомість у ґрунті та надходження в рослини кадмію, свинцю та інших важких металів. Поєднання вапнування із застосуванням калійних добрив майже в 30 разів знижує надходження в рослини радіоактивного цезію¹³⁷.

7. Застосуванням для удобрення ґрунту відходів промисловості, осаду стічних вод, фосфогіпсу, сапропелів та інших місцевих матеріалів.

Оскільки відходи промисловості мають невисокий вміст біогенних елементів, їх, як правило, застосовують у високих нормах. Тому систематичне їх

застосування призводить до нагромадження в ґрунті важких металів та різних токсичних сполук. Так, піритні недогарки, що використовуються як мідні добрива, містять 40 – 63% заліза, 1—2 сірки, 0,47 міді, 0,42—1,35 цинку, 0,32—0,58% свинцю та інші метали. Крім того, у свіжих відвалах міститься до 0,15 % миш'яку. Використання їх у великих кількостях створює умови для забруднення ґрунту свинцем і миш'яком.

Негативне явище з забрудненням навколишнього середовища також може створюватися при застосуванні сапропелів, що містять кадмій та інші важкі метали і токсичні сполуки. Тому при використанні цих матеріалів як добрив слід дотримуватися таких правил: використовувати відходи промисловості для удобрення полів можливе лише за умов ретельного їх аналізу; вносити ці добрива на поля треба в понижених нормах і добре підготовлених для взаємодії з ґрунтом.

8. Забруднення навколишнього середовища при недотриманні технології застосування хімічних засобів захисту рослин від шкідливих організмів.

Хімічні методи захисту рослин повинні застосовуватися лише тоді, коли заселення шкідників, хвороб і бур'янів перевищує гранично допустимі концентрації і ліквідувати небезпеку для рослин агротехнічними та біологічними методами уже неможливо. При цьому також проводять вибіркову обробку посівів з підвищеною кількістю шкідників і хвороб.

Треба суворо дотримуватися встановлених науковими установами норм добрив і хімічних засобів захисту рослин, удосконалювати технологію їх застосування. Азотні добрива слід вносити в кілька строків, що знижує втрати азоту в результаті нітрифікації та денітрифікації. Зменшенню втрат азоту також сприяє застосування інгібіторів нітрифікації, використання повільно діючих і капсулованих азотних добрив пролонгуючої дії та добрив, що містять азот в амонійній формі. Охорона навколишнього середовища повинна передбачати удосконалення технології утилізації гною та інших відходів тваринницьких комплексів, створення науково обґрунтованих санітарно-захисних зон з метою зменшення негативної дії відходів тваринництва на повітря, воду, ґрунт і рослини.

Удосконалення технології застосування добрив повинно поєднуватися з впровадженням нових прогресивних агротехнічних і гідротехнічних заходів. У сівозмінах бобові рослини, що засвоюють азот атмосфери, слід широко поєднувати з рослинами, що виносять велику кількість азоту з ґрунту. Практикувати посіви багаторічних трав та інших культур з добре розвиненою кореневою системою, що засвоюють нітрати з глибоких горизонтів ґрунту, уміло використовувати післяукісні та післяжнивні посіви, які збагачують ґрунт органічною речовиною, поліпшують його азотний режим і фітосанітарний стан, надійно захищають від ерозії, сприяють ефективному використанню біологічного потенціалу природних ресурсів.

Дотримання науково обгрунтованих заходів під час застосування добрив, удосконалення способів їх внесення дасть змогу повністю ліквідувати негативну дію добрив на навколишнє середовище.

Мінеральні добрива, як складова частина живої природи, при правильному їх застосуванні можуть і повинні сприяти підвищенню родючості ґрунту та врожайності сільськогосподарських культур, збереженню в чистоті навколишнього середовища.

2.Негативна дія агрохімічних засобів на природне середовище.

Несприятлива дія органічних і мінеральних добрив, хімічних меліорантів і різних відходів промисловості, що застосовуються для удобрення сільськогосподарських культур, виявляється такими негативними явищами: погіршенням агрохімічних властивостей і родючості ґрунту, зміною балансу поживних речовин і їх кругообігу в небажаний бік при неправильному застосуванні добрив; зниженням врожайності та погіршенням якості сільськогосподарських продуктів при недосконалоості властивостей добрив і порушенні агрономічної технології їх застосування; еутрофікацією природних водойм у результаті посиленого розвитку водоростей та утворення планктону під час надходження великої кількості поживних речовин у ґрунтові води; захворюванням рослин різними грибними хворобами, погіршенням фітосанітарного стану, ґрунту і посівів під час порушення оптимізації живлення рослин макро- і мікроелементами; негативним впливом на діяльність сільськогосподарських і промислових підприємств, здоров'я людей і тварин окремих хімічних елементів і сполук, які потрапляють в атмосферу під час розкладання добрив.

Вплив агрохімічних засобів на властивості і родючість ґрунту.

Внесені добрива та інші хімічні засоби діють на ґрунт і рослину комплексно. Залежно від фізіологічного стану вони можуть підкислювати або підлужувати ґрунтовий розчин, збільшувати або зменшувати насичення ґрунту основами, прискорювати процеси вимивання з ґрунту кальцію і магнію, поліпшувати або погіршувати фізико-хімічні властивості, біологічну і ферментативну активність, сприяти або протистояти хімічному поглинанню біогенних і токсичних елементів, посилювати мінералізацію гумусу або сприяти його синтезу, активізувати або знижувати біологічну фіксацію азоту атмосфери, посилювати або знижувати дію інших елементів живлення, викликати антагонізм або синергізм поживних речовин, впливати на їх поглинання і метаболізм у рослинах.

Застосування хімічних засобів повинно здійснюватися комплексно з тим, щоб досягти гармонійного їх впливу на ґрунт і рослину. Так, внесення фізіологічно кислих добрив повинно поєднуватися з вапнуванням, коли вапно не лише ліквідує підвищену кислотність, а й одночасно сприяє оптимізації живлення рослин та поліпшенню властивостей ґрунту. Під впливом вапнування посилюється також мікробіологічна діяльність, відбувається мобілізація фосфору і молібдену, іммобілізація заліза, цинку, міді, нікелю, кобальту, марганцю, знижується токсичність кадмію, свинцю, стронцію, ртуті та інших важких металів.

Застосування фосфорних добрив повинно поєднуватися з внесенням цинку, оскільки фосфорні добрива, особливо на карбонатних ґрунтах, знижують рухомість цинку і в деяких випадках викликають цинкове голодування рослин, особливо плодкових культур, що виявляється у формі суховершиння, розеточності листя тощо.

Оптимізація живлення макро- і мікродобривами суттєво знижує надходження в рослини токсичних елементів. Це має велике значення, особливо в місцях інтенсивного промислового виробництва, де можливе техногенне забруднення ґрунту і рослин важкими металами та радіонуклідами. Техногенне забруднення ґрунту різними елементами може змінювати хімічний склад ґрунту, його агрохімічні, фізико-хімічні і біологічні властивості, склад та активність ґрунтових мікроорганізмів.

Зростання темпів хімізації і способи вирощування високоякісної продукції.

Оптимізація умов живлення сільськогосподарських культур створює передумови для вирощування високоякісної продукції. Так, оптимізація азотного живлення озимої пшениці, правильне співвідношення між макро- і мікроелементами під цукровими буряками дають змогу одержати високоякісне високобілкове зерно, що відповідає вимогам за поживністю і хлібопекарськими якостями, високі врожаї цукрових буряків з підвищеним вмістом цукру в коренеплодах. Оптимізація живлення картоплі сприяє вирощуванню бульб з високим вмістом крохмалю; олійних культур — з підвищеним вмістом олії в насінні, плодкових і овочевих культур — з високим вмістом цукрів і вітамінів у плодах і овочах.

Проте при порушенні науково обґрунтованих принципів застосування добрив можливе техногенне забруднення навколишнього середовища, яке викликається багатьма факторами. Наприклад, це токсичні елементи, що виділяються промисловістю і транспортом, домішки, що вносяться з добривами в ґрунт, безсистемне і безконтрольне використання відходів промислових підприємств тощо. До їх складу входять фтор, ванадій, хром, марганець, кобальт, нікель, цинк, миш'як, молібден, ртуть, свинець та ін., які в невеликих кількостях позитивно впливають на ріст і розвиток рослин. Водночас надходження їх у ґрунт у великих кількостях, особливо важких металів, викликає порушення

фізіологічного стану та обміну в рослинах, що призводить до зниження врожайності зернових на 20—30%, цукрових буряків — на 35, бобових — на 40, картоплі — на 47 %.

Тому із зростанням темпів хімізації треба передбачати і систему заходів, що знижує надходження важких металів з ґрунту в рослини. До них насамперед належать: вапнування ґрунтів, у результаті чого в ґрунті утворюються нерозчинні сполуки важких металів; внесення органічних добрив, органічна речовина яких має високу здатність утримувати важкі метали; застосування фосфорних добрив, здатних знижувати надходження важких металів у рослини; оптимізація мінерального живлення рослин; виготовлення спеціальних фільтрів, здатних затримувати надходження важких металів у сільськогосподарські культури.

Порушення оптимальних строків внесення, форм, норм і співвідношення елементів живлення, застосування добрив без урахування вмісту поживних речовин у ґрунті негативно позначається на метаболізмі органічних речовин, особливо на синтезі амінокислот і білків, при цьому можливе нагромадження нітратів і нітритів. Отже, застосування гною, як повільнодіючого добрива, зменшує вміст нітратів в овочах і плодах порівняно з еквівалентною кількістю азоту, внесеного з мінеральними добривами. Зменшення нітратів у плодах та овочах відбувається також в період вегетації. Тому збирати овочі треба в оптимальні строки, коли азот нітратів уже перетворився на інші форми. Відновлення нітратного азоту та утворення амінокислот відбуваються на сонячному світлі, тому правильне розміщення рослин на полі сприяє вирощуванню екологічно чистої продукції.

Отже, при внесенні гною та інших органічних добрив можливе нагромадження нітратів у вирощеній продукції. Тому в наукових рекомендаціях передбачено разове внесення гною і компостів на рівні не більш як 200 кг/га діючої речовини азоту в найкращий період — восени під час основного обробітку ґрунту.

У зменшенні забруднення ґрунту важкими металами та іншими токсичними елементами важливу роль відіграє гумус, який зв'язує важкі метали в комплексні сполуки хелатного типу, що малодоступні для рослин.

Хімізація землеробства і еутрофікація природних водойм. Змивання добрив та інших засобів хімізації з навколишніх полів призводить до збільшення концентрації поживних речовин у водоймах. У результаті цього на їх поверхні відбувається посилений розвиток фітопланктону прибережних зарослей, водоростей, вода «зацвітає», в більш глибоких її горизонтах посилюються анаеробні процеси, нагромаджуються сірководень та аміак. У таких водоймах порушуються окисно-відновні процеси, спостерігається нестача кисню. При цьому такі водойми втрачають своє господарське та біогеноценозне значення: гине риба, вода стає непридатною для пиття та для купання.

Забруднення природних вод біогенними елементами за рахунок добрив і ґрунту та їх еутрофікація виникають під час порушення агрономічної технології застосування добрив, особливо у тих господарствах, де культура землеробства знаходиться на низькому рівні. Тому, щоб недопустити забруднення й еутрофікації природних вод, застосування добрив та інших хімічних засобів слід проводити відповідно до біологічних вимог рослин при дотриманні відповідних норм, співвідношень поживних речовин, строків і способів їх внесення, раціонально поєднувати внесення мінеральних добрив з органічними, забезпечити ефективне використання рідкого безпідстилкового гною. Внесення добрив треба здійснювати в системі сівозмін відповідно до потреб у поживних речовинах окремих сільськогосподарських культур. Забезпечити диференційований обробіток ґрунту для збереження його від вітрової і водної ерозії, впроваджувати протиерозійні сівозміни, залуження крутих схилів, посадки полезахисних, прияружних та прируслових лісополос, ретельніше очищати промислові і побутові стоки від залишків мінеральних сполук азоту, фосфору, важких металів та інших хімічних речовин.

Вплив агрохімічних засобів на стійкість рослин проти шкідників і хвороб.

Одностороннє застосування азотних добрив, особливо у високих нормах, та незбалансованих за вмістом фосфору і калію може викликати грибні хвороби (кореневу гниль, борошністу росу, іржу, септоріоз, фузаріоз), крім того, такі рослини більше пошкоджуються шкідниками (хлібною жужелицею, клопом-черепашкою, хлібними жуками та ін.). Водночас при оптимізації норм азоту з урахуванням видів, сортів і віку рослин, гідротермічних умов вирощування, вмісту азоту в ґрунті, рівня його окультуреності, форм азотних добрив можна значно знизити або зовсім ліквідувати захворювання рослин.

Застосування фосфорних і калійних добрив, навпаки, дає змогу зменшити захворювання і пошкодження рослин. Фосфор сприяє посиленому розвитку кореневих систем, підвищує стійкість рослин проти несприятливих умов їх росту і розвитку, посилює синтез органічних сполук і особливо склеренхімних тканин, більш стійких проти їх пошкодження шкідниками.

Калійні добрива стримують розвиток грибних хвороб рослин. Калій бере участь у потовщенні стінок клітин, підвищує міцність механічних тканин, посилює ріст і диференціацію клітин камбію, підвищує фізіологічну стійкість проти інфекційних хвороб рослин.

Отже, застосування макродобрив повинно проводитися з урахуванням біологічних вимог рослин та оптимальної потреби їх в елементах живлення. Застосування мікродобрив повинно здійснюватися в напрямі стимуляції процесів росту і розвитку культурних рослин з урахуванням того, що деякі макроеlementи можуть активно впливати і на розвиток грибних хвороб рослин. Потрапляючи до клітин грибів та інших мікроорганізмів, вони посилюють фізіолого-біохімічні процеси цих організмів, підвищують активність багатьох

ферментів (каталази, дегідрогенази та ін.), що стимулюють їх розвиток. Тому мікродобрива треба застосовувати в оптимальних нормах їх потреби для культурних рослин.

Забруднення атмосфери під час виробництва і застосування агрохімічних засобів. Основні забруднювачі атмосфери — хімічна промисловість і автомобільний транспорт. Викидаючи відпрацьовані гази, вони збільшують їх концентрацію в повітрі, забруднюють навколишнє середовище. Особливо це виявляється під час виробництва мінеральних добрив. Так, під час виробництва азотних добрив можливі втрати в атмосферу азоту у вигляді аміаку NH_3 , молекулярного азоту N_2 , а також його оксидів NO і NO_2 ; під час виробництва калійних добрив в повітря викидаються пилогазові відходи, зокрема пил концентратів хлориду калію, хлороводню, хлору, пари флотаційних реагентів і протизлежувачів амінів тощо. Всі ці сполуки є потенційними забруднювачами атмосфери.

Забруднення атмосфери також можливе під час застосування добрив, особливо при порушенні технології внесення мінеральних добрив, хімічних меліорантів та інших хімічних засобів. Тому, щоб не допустити забруднення атмосфери, потрібна висока відповідальність і професійна майстерність працівників, що мають справу з мінеральними добривами та хімічними засобами захисту рослин. Допустима концентрація аміаку не повинна перевищувати 20 мг/м^3 , вміст пилу в нітрофосці не повинен перевищувати $2\text{—}5 \text{ мг/м}^3$, фосфоритного борошна — 5, пилу хлориду калію— 10 мг/м^3 .

Забруднення природного середовища може також відбуватися при розкладанні азотних сполук мінеральних добрив і ґрунту, в результаті безсистемного застосування органічних добрив, під час біологічних процесів, що проходять (амоніфікації, нітрифікації, денітрифікації) у ґрунті, при взаємодії азотних добрив з карбонатами ґрунту тощо. Втрати азоту внаслідок денітрифікації ґрунту досягають $15\text{—}30 \%$, а при неправильному зберіганні гною— $13\text{—}25\%$. Особливо значні втрати азоту відбуваються під час неправильного зберігання і використання безпідстилкового гною. В результаті розкладання органічних добрив виділяються також і інші газоподібні продукти, що забруднюють атмосферу і створюють неприємний запах.