Дослідження процесу забруднення ґрунтів

сільськогосподарських районів мінеральними добривами

Тітова В.М., ПЕО-16зм

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Класифікація добрив

Важливою умовою сільськогосподарського виробництва є підвищення врожаїв різних культур, для чого використовуються різні добрива. Поряд з добривами у сільському господарстві використовують велику кількість агрохімічних засобів для поліпшення властивостей ґрунту, захисту врожаю (боротьба з тваринами, рослинами та мікроорганізмами, що завдають шкоди сільськогосподарському виробництву), регулювання фізіологічних процесів у рослині тощо.

Добрива – це органічні та неорганічні сполуки природного або промислового походження, що дають змогу поліпшувати живлення рослин і підвищувати родючість ґрунту. За характером дії на рослини добрива поділяють на добрива прямої й побічної дії. Добрива прямої дії використовують для безпосереднього забезпечення рослин необхідними елементами живлення (азотні, фосфорні, калійні та ін.). Добрива побічної дії вносять у ґрунт для поліпшення його фізико-хімічних та мікробіологічних властивостей (вапно, гіпс, цеоліт та інші).

За походженням добрива поділяють на мінеральні, органічні та органо-мінеральні. Виділяють також бактеріальні препарати. Мінеральні, або штучні, добрива – це спеціально вироблені на хімічних підприємствах неорганічні речовини або природні поклади руд (переважно мінеральні солі). До них належать також і деякі органічні речовини, наприклад карбамід.

Органічні добрива містять елементи живлення переважно у складі органічних сполук і зазвичай є продуктами природного походження – торф, солома, гній та ін.

Органо-мінеральні добрива – це суміші органічних і мінеральних добрив, а також добрива на основі гумінових і фульвокислот у поєднанні з макро- і мікродобривами.

Бактеріальні препарати містять культури мікроорганізмів, здатних накопичувати в ґрунті доступні для рослин форми поживних речовин. Речовини, які використовують для боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами рослин, називають пестицидами, або сільськогосподарськими отрутохімікатами.

Для підвищення продуктивності праці в сільському господарстві застосовують багатофункціональні комплексні препарати – гранульовані продукти, до складу яких входять добрива, інсектофунгіциди, гербіциди, стимулятори росту тощо.

У багатьох випадках одні й ті самі речовини використовують для різних потреб. Наприклад, карбамід – одне з найліпших азотних добрив, але його можна застосовувати як гербіцид, кормову добавку або напівпродукт для виробництва пластмас тощо.

Нині існує багато класифікацій продуктів, які використовують для поліпшення живлення рослин. Так, іноді добрива називають не за складом, а за призначенням (наприклад, добриво для теплиць, добриво для кукурудзи). Окремо вділяють добрива для краплинного зрошення і гідропоніки, тобто для внесення з поливною водою (для фертигації або фертигатори). Це добре розчинні у воді мікродобрива з мікроелементами, зазвичай на хелатній основі.

Макро- і мікродобрива – це як окремі монопродукти, так і комплексні добрива, до складу яких входять декілька мікроелементів а інколи і мікроелементів зазвичай у хелатній формі.

Добрива для позакореневого (листкового) підживлення – водорозчинні мінеральні добрива з мікроелементами, поверхнево-активними речовинами та амінокислотами.

Термін «біологічні добрива, або біодобрива» об'єднує добрива біологічного походження, які пройшли етап ферментації, обробку певними мікробіологічними препаратами, внаслідок чого набули ліпших технологічних і удобрювальних властивостей. Цей термін має більш комерційне, ніж наукове значення.

Добрива, що відповідають вимогам стандартів Міжнародної федерації органічного сільського господарства, об'єднані під назвою «добрива для органічного землеробства» або «добрива для органічного виробництва сільськогосподарської продукції».

Регулятори росту рослин – амінокислоти, полісахариди, альгінати, вітаміни, фітогормони (ауксини, гібереліни та цитокініни). Альгінати – екстракти морських водоростей. Альгінова кислота – полісахарид, що є природним хелатним агентом. Його виділяють із бурих водоростей.

До якості цих продуктів ставляться певні вимоги, які узгоджені між виробником і споживачем відповідними нормативними актами. Згідно з ними, добрива та інші солі випускають різних сортів за вмістом основних і баластних речовин, розміром гранул, рівнем вологості та ін. Вони передбачають застосування певних видів тари і методів аналізу продуктів.

Мінеральні добрива – це продукти промислового або природного походження, що містять елементи живлення в мінеральній формі. Іноді їх називають туками, а промисловість мінеральних добрив – туковою промисловістю. Мінеральні добрива класифікують за хімічним і фізичним станом, характером взаємодії з ґрунтом, способом виробництва.

Елементи живлення – це елементи, потрібні для росту й розвитку рослин. їх поділяють на макро- і мікроелементи.

Макроелементи містяться в ґрунті та в рослинах у кількостях від кількох до сотих часток відсотка (в розрахунку на суху речовину). До них належать N, Р, К, Са, Mg, S. Три елементи живлення – азот, фосфор, калій – називають основними, їх рослини засвоюють у найбільших кількостях.

Мікроелементи – це бор, манган, мідь, молібден, цинк тощо, вміст яких у ґрунтах і рослинах не перевищує тисячних часток відсотка.

Діюча речовина добрив – це вміст у добривах основних елементів живлення. За видами елементів живлення мінеральні добрива поділяють на азотні, фосфорні (фосфатні), калійні (калієві), магнієві (або магнезіальні) та інші.

Форми мінеральних добрив характеризують їх види за хімічним складом, наприклад аміачна селітра, суперфосфат гранульований, калій хлористий та ін. Кількісне відношення діючої речовини, винесеної з урожаєм, до внесеної з добривом називають коефіцієнтом використання діючої речовини добрив.

За вмістом основних елементів живлення добрива поділяють на однокомпонентні, або прості, (містять один основний елемент живлення) і комплексні (містять два або три основних елементи живлення). За кількістю основних елементів живлення комплексні добрива поділяють на подвійні (NP, РК, NK) і потрійні (NPK), останні називають також повними. Добрива, що містять понад 33% діючих речовин, належать до концентрованих, а понад 60% – висококонцентрованих.

Крім того, за консистенцією комплексні добрива поділяють на змішані та складні. Змішаними називають добрива, отримані внаслідок простого механічного змішування готових порошкоподібних (кристалічних) або гранульованих однокомпонентних чи складних добрив. Якщо добриво містить кілька елементів живлення й отримане внаслідок хімічної реакції в заводських умовах, його називають складним (амофос, калієва селітра тощо). Складні добрива містять однорідні часточки, кристали чи гранули і мають однаковий або близький хімічний склад. Крім того, вони можуть містити елементи живлення в кількох формах. Складні добрива бувають рідкими. Поділ добрив на складні та змішані певною мірою умовний. Змішані добрива під час зберігання нерідко стають складними внаслідок реакції, що відбуваються між компонентами суміші.

Складнозмішаними є добрива (наприклад, кристалон), отримані після змішування готових однокомпонентних і складних добрив та введенням до них газоподібних і рідких сплавів (розчинів) з наступним твердненням суміші, що супроводжується перекристалізацією та іншими процесами.

Добрива, всі компоненти яких використовуються для живлення рослин, називають безбаластними, наприклад KN03, NH4N03.

До багатофункціональних належать мінеральні добрива, що містять крім елементів живлення речовини, які специфічно впливають на рослини і ґрунт – гальмують або пришвидшують дію добрив, стимулюють розвиток рослин, поліпшують структуру ґрунту тощо.

У широкому асортименті добрив умовно виділяють ще й такі групи:

* для позакореневого підживлення сільськогосподарських та інших культур;
* для тепличних господарств (фертигація, гідропоніка);
* для передпосівного оброблення (інкрустації) насіннєвого матеріалу;
* добрива для приватного сектору – кімнатних, балконних і клумбових рослин.

Потрібно пам'ятати, що навіть практично подібні добрива різних виробників можуть дещо по-іншому діяти на рослини. Навіть якщо один із препаратів виявився ефективнішим для якоїсь групи культур, це ще не означає, що і для іншої групи він буде ліпшим. Тому під час вибору добрив для рослин крім властивостей самого добрива необхідно знати і враховувати ґрунтово-кліматичні умови регіону вирощування та біологічні особливості культури.

За агрегатним станом добрива поділяють на тверді, рідкі і газоподібні (застосовують під накриттями, наприклад, діоксид вуглецю). Тверді добрива бувають порошкоподібними (розмір часточок <1 мм), кристалічними (розмір кристалів >5 мм) і гранульованими (розмір гранул 1–5 мм).

Мікрогранули – стартові добрива в мікрогранульованій формі з розміром грану 0,5-1,0 мм. Добриво вносять у рядки під час сівби з насінням, що гарантує високу доступність елементів живлення на ранніх стадіях розвитку рослин.

Нанопорошок – часточки розміром менш як 1 мкм. У вигляді суспензії вільно проникають у листки. Такі добрива дають змогу підвищити інтенсивність фотосинтезу рослин і стійкість їх до посухи.

Вплив добрив на врожайність сільськогосподарських культур, якість продукції і родючість ґрунту визначає їх ефективність. Дію добрив на продуктивність сільськогосподарської культури впродовж одного вегетаційного періоду називають прямою. Дію добрив, внесених під попередник на другий і наступні роки, називають післядією. Ефективність взаємодії добрив визначається сумісною дією двох і більше елементів живлення порівняно з роздільним їх внесенням.

Добрива на основі хелатів – хімічні речовини, які забезпечують стабільність елементів живлення в розчині і проникнення їх у рослини. В Україні перші дослідження щодо застосування комплексонатів металів як мікродобрив було проведено в 1960-х роках. Вже тоді П. А. Власюк висловив думку про доцільність виробництва комплексонатів металів, які утворюють досить міцні, але розчинні у воді сполуки мікроелементів. Учений передбачав, що застосування цих речовин дають змогу підвищити також рухливість мікроелементів і самого ґрунту. За його виразом: комплексонати – це добрива майбутнього. Найсучаснішими розробками є полімерні хелатні комплекси та сполуки на основі амінокислот. До їх складу входять антивипаровувачі (захищають міркокраплини від випаровування до моменту проникнення їх у листок, що сприяє швидкому поглинанню і підвищенню ефективності застосування), прилипачі (ад'юванти) сприяють зниженню поверхневого натягу водних розчинів, чим забезпечується значне збільшення площі листків, яка вкривається робочим розчином, захищають поживні речовини від змивання опадами або поверхневим зрошенням), поверхнево-активні речовини (сприяють рівномірному розподілу робочого розчину по листковій поверхні), зволожувачі з ефектом реактивації (навіть після висушування відносна вологість повітря забезпечує реактивацію поживних речовин на поверхні рослин, що сприяє подовженню періоду їх поглинання) [1].

1.2 Основні технологічні властивості добрив

Для характеристики мінеральних добрив користуються показниками їх якості. Фізичні властивості мінеральних добрив – це сукупність фізичних, фізико- механічних і фізико-хімічних властивостей, що визначають їх поведінку під час зберігання, транспортування і внесення в ґрунт.

До основних технологічних властивостей мінеральних добрив належать: колір, щільність, розмір гранул, сипкість, розсіюваність, злежуваність, гігроскопічність, вологість, міцність гранул, гранулометричний (фракційний) склад, хімічний склад, коефіцієнт тертя (ковзання) по поверхні різних матеріалів, критична швидкість.

Колір добрива встановлюють візуально (мають на увазі його зміну під час транспортування та зберігання).

Щільність мінеральних добрив коливається в широких межах – від 0,6 до 2,0 т/м3. Проте основні форми добрив мають близькі значення цього показника: аміачна селітра – 0,8-1,0 т/м3; суперфосфат – 1,0–1,2; калій хлористий, калійна сіль змішана – 0,9-1,0 т/м3.

Розмір гранул мінеральних добрив коливається від 1 до 4 мм. Зі збільшенням розміру понад 4 мм міцність гранул зменшується, що призводить до їх руйнування та погіршення якості розсіювання.

Сипкість добрив – здатність вільно сипатись під дією сили гравітації. Ця властивість залежить насамперед від вологості мінеральних добрив, оскільки вона призводить до втрати сипкості, здатності сипатися крізь отвори висівних апаратів і до утворення склепінь. Характеристикою сипкості добрив є кут природного нахилу. Для порошкоподібних добрив він становить до 35о, для гранульованих – до 40°.

Розсіюваність добрив – здатність добрив проходити крізь вузькі отвори висівних апаратів та крізь лійки без утворення склепінь. Її оцінюють за десятибальною шкалою гігроскопічності. Що вищий бал за цією шкалою, то вища гігроскопічність та нижча розсіюваність добрив.

Розсіюваність оцінюють також за кутом природного нахилу добрив: < 40° – розсіюваність рівномірна; 40-45о – доволі рівномірна; 45-55о – нерівномірна; > 55° – розсіюваність неможлива більшістю сівалок.

Порівняно добру розсіюваність мають суперфосфат, калій хлористий пресований; посередню – аміачна селітра, калійна сіль змішана; погану – сульфат амонію, хлористий амоній.

Злежуваність – властивість добрив утворювати фазові контакти зчеплення між часточками мінеральних добрив за певних зовнішніх умов. Добрива, здатні злежуватися, промисловість випускає гранульованими або з добавками різних речовин. Перед внесеннями у ґрунт злежані добрива подрібнюють і просіюють крізь сита з отворами 3–5 мм.

Гігроскопічність – властивість добрив поглинати вологу з визначеною інтенсивністю з навколишнього середовища за певних температури і вологості. За цим показником добрива поділяють на три групи: дуже гігроскопічні (нітрофоска, сульфат амонію, аміачна селітра, карбамід), середньо гігроскопічні (суперфосфат подвійний, калійна сіль змішана), слабко гігроскопічні (суперфосфат гранульований, калій хлористий).

Вологість – це вміст у добриві хімічно не зв'язаної та не хемосорбованої води. Найбільша вологість добрив, за якої вони ще не виявляють негативних для висівання властивостей, така, %: сульфат амонію – до 1; аміачна селітра – до 2; амофос – до 15; фосфоритне борошно – до 10; суперфосфат гранульований – до 15; суперфосфат подвійний – до 8; калій хлористий – до 3.

Міцність гранул – здатність добрив зберігати розмір і форму під дією зовнішніх сил.

Гранулометричний (фракційний) склад – співвідношення різних за розміром часточок (фракцій) добрива, виражене у відсотках.

Хімічний склад – вміст у добривах елементів живлення, домішок і води.

Коефіцієнт тертя часточок добрива по металу змінюється від 0,47 (калій хлористий) до 0,6 (аміачна селітра); по дереву – від 0,5 до 0,58 (суперфосфат).

Критична швидкість добрив залежить від розміру їх часточок і становить від 3,7 до 11,3 м/с. Добрива мають велику парусність. Наприклад, коефіцієнт парусності великих гранул суперфосфату становить 0,07, дрібних – 0,73.

Вміст елементів живлення – відображає наявність елементів живлення, які засвоюються рослинами і розчиняються у воді, нейтральному цитратному розчині, розчині цитратної кислоти, 2%-му розчині мурашиної кислоти. У більшості країн світу елементи живлення виражають в елементах. В Україні таке позначення використовують лише для азоту. Інші елементи живлення виражають у перерахунку на оксиди – Р2О5, К2О тощо. Для перерахунку вмісту елементів живлення з оксидів і солей на елементи живлення і навпаки користуються коефіцієнтами.

Під сільськогосподарські культури добрива вносять у певних кількостях, що визначаються нормами і дозами. Норма добрив – це загальна кількість добрив, внесених під сільськогосподарські культури за період їх вирощування, а кількість добрив, внесених за один раз, називають дозою добрив. Норму або дозу добрив у діючій речовині (зазвичай обчислену з точністю 5 кг/га) вказують у вигляді підрядкового індексу, наприклад N90P60K90. Для перерахунку мінерального добрива на 100%-й вміст діючої речовини, величину фізичної маси мінерального добрива множать на відсоток умісту діючої речовини і ділять на 100 [2].

1.3 Вплив мінеральних добрив на навколишнє середовище

1.3.1 Вплив добрив на атмосферне повітря.

Забруднення атмосфери, спричинене добривами, незначне і становить близько 5-10 % його загальної суми. Значне забруднення атмосфери пилом і газами агрохімікатів спостерігається переважно у разі порушення технології використання добрив (авіахімічні роботи, хімічна меліорація, внесення водного технічного або рідкого синтетичного аміаку). Тому, використовуючи добрива, слід обов'язково дотримуватися санітарно-гігієнічних норм забруднення робочої зони повітря (ГДК): аміаком - 20 мг/м3, нітрофоскою - 5, фосфоритним борошном - 5, хлористим калієм - 10 мг/м3.

Відбувається виділення пилу і газу в повітря. Здебільшого це дрібнодисперсні тверді часточки агрохімікатів, газоподібні втрати азотних сполук ґрунту, мінеральних та органічних добрив, і особливо безпідстилкового гною та тваринницьких стічних вод.

# У результаті амоніфікації, нітрифікації і денітрифікації в повітря виділяються NH3, N2, N2О, NО. Основна маса втрат азоту припадає на N2 і N2О. Газоподібні втрати азоту добрив становлять 9-50%, в середньому 24%, і залежать від дози та форми азотного добрива, наявності рослинного покриву та органічної речовини, способів зароблений добрива в ґрунт, реакції середовища, температури і вологості ґрунту та інших факторів. Можливі також значні втрати аміачного азоту в результаті хімічної взаємодії амонійних солей з карбонатами та іншими лужними сполуками ґрунту.

# Встановлено, що всі зміни, які відбуваються з азотом добрив, поширюються також і на азот ґрунту. Отже, ступінь використання доступного азоту ґрунту рослинами, розміри його втрат і поглинання мікроорганізмами будуть виражатися в тих самих відносних величинах, що і внесеного азоту добрив. За останніми даними, газоподібні втрати азоту з ґрунту коливаються в межах 5-60 кг/га (в середньому 15-30 кг/га). Наведені дані газоподібних втрат азоту з добрив і з ґрунту становлять не тільки екологічну, а й економічну проблему. За підрахунками, щорічні газоподібні втрати азоту в Україні становлять не менш як 1 млн т. Заходи боротьби з газоподібними втратами азоту та забрудненням ними атмосфери зводяться переважно до запобігання процесам нітрифікації та денітрифікації азоту добрив і ґрунту або обмеження їх [3].

1.3.2 Вплив добрив на водне середовище

Використання мінеральних добрив нерідко призводить до загострення екологічних проблем, зумовлених станом підземних та поверхневих вод. У Швеції понад 70% азоту і 50% фосфору надходить у водоймища з сфільськогосподарських угідь; у США знайдено високі концентрації азоту (10 мг/л) у річках, що протікають через аграрні райони; У Німеччині 54% азоту надходить у водоймища з сільськогосподарських угідь, 24 - з промисловими скидами і лише 22% - з побутовими стоками. До речовин, що являють загрозу природним водам, належать біогенні елементи і передусім сполуки азоту, фтор, хлор та ін. [3].

Одним з небезпечних видів забруднення водних джерел є забруднення сполуками азоту. Нітратний азот здатний вимиватися з інфільтраційними водами на значну глибину. Дослідженнями, проведеними на чорноземі опідзоленому при тривалому застосуванні добрив (35 років) було встановлено вимивання нітратів на глибину близько 10 м з максимумом нагромадження на глибині 2-4 м.

Переміщення речовин з водними потоками - найголовніший механізм горизонтального перерозподілу хімічних речовин у агроландшафті. Серед усіх видів горизонтальної міграції найбільшого значення в обміні речовин набули процеси поверхневого водного стоку. Останні 20 років надходження біогенних речовин з поверхневим стоком у водосховища Дніпра збільшилося удвічі. При цьому частка сільгоспугідь у надходженні загального азоту становить 70%, мінерального фосфору - 36%. Внаслідок виносу добрив формується 11% річного стоку хлоридів, 3 - сульфатів, 8 - натрію, калію, 7 - нітратів, 11 - нітритів, 8% - фосфатів. Більшість басейнів малих річок, особливо в зоні Лісостепу і Степу України, продовжують зазнавати доволі великого антропогенного навантаження в результаті сільськогосподарського виробництва.

Поряд з процесами забруднення водоймищ токсичними елементами і сполуками, важливе значення має вплив мінеральних добрив на процеси евтрофікації. Поверхневий стік біогенних елементів мінеральних добрив активізує процеси евтрофікації. Найрозповсюдженішим проявом евтрофікування водоймищ є цвітіння води. Воно властиве всім гіпертрофним водоймам і зумовлено масовим розвитком синьо-зелених ціанобактерій, які продукують токсини. Токсини синьо-зелених ціанобактерій належать до високотоксичних природних сполук, які діють на центральну нервову систему, а також порушують вуглеводневий та білковий обмін [4].

Токсична дія вод евтрофікованого водоймища може бути зумовлена також нагромадженням нітратів і нітритів. У період активної життєдіяльності та після відмирання водорості поповнюють водоймище значною кількістю азотвмісних речовин, у тому числі й біологічно активними амінами. Останні, при взаємодії з нітратами і нітритами утворюють висококанцерогенні нітрозаміни.

1.3.3 Вплив добрив на ґрунти

Важливою частиною літосфери, що визначають життєдіяльність і продуктивність біоценозу, є ґрунт. Ґрунт - основний засіб виробництва продуктів харчування людини і корму для тварин, а також один з основних природних ресурсів Землі. Тому збереження і примноження його родючості - життєво важливе завдання людства.

Від типу та якості ґрунту залежить якість основних джерел господарсько-життєвого постачання, до яких належать ґрунтові води, а також води прісних річок, озер, водосховищ. За хімічним складом ґрунтових вод можна оцінювати хімічний склад ґрунту. Ґрунт - ідеальне реакційне середовище для хімічних, фізико-хімічних і біологічних процесів, в результаті яких відбувається перетворення, зокрема гідроліз і синтез, різних речовин. У ньому містяться органічні і мінеральні речовини, енергія для фітохімічних процесів, вода для гідролізу, кисень для окиснення. Особливе значення має мікрофлора ґрунту, яка відразу взаємодіє з добривами. Внаслідок багатосторонньої дії на добрива вони перетворюються на сполуки, характерні для ґрунту. В свою чергу, добрива впливають на властивості ґрунту та його склад.

Ґрунт має самоочищувальну здатність (СЗГ), яка виявляється в опорі змін реакції і складу ґрунтового розчину, в розкладанні чи зв'язуванні токсичних речовин на малорухомі нерозчинні нетоксичні сполуки. СЗГ є функцією складу, властивостей і динаміки біоценозу ґрунту та його абіотичної частини, зокрема ґрунтового вбирного комплексу (ГВК). СЗГ тим вища, чим вища родючість ґрунту. Проте, незважаючи на наявність СЗГ, можлива і негативна дія добрив на ґрунт, яка виникає, як правило, за високого рівня насиченості ґрунту мінеральними добривами та безпідстилковим гноєм, а також за поганих умов їх зберігання і непрофесійного використання.

Такий вплив може виявлятися у вигляді порушення оптимального співвідношення елементів живлення, накопичення нітратного і нітритного азоту, важких металів і радіоактивних речовин; у вигляді антропозоо-епідеміологічного забруднення, у зниженні вмісту гумусу, ущільненні, засоленні, підкисленні, появі інших небажаних змін складу та властивостей ґрунту. Увесь комплекс негативного впливу добрив на ґрунт умовно можна поділити на дві частини - руйнування родючості та забруднення ґрунту.

Нині агрохімічна наука має більш ніж достатньо доказів того, що під дією мінеральних добрив відбуваються зміни кислотно-основних властивостей ґрунтів [5].

В основі негативного впливу мінеральних добрив на кислотно-основні властивості ґрунту лежить процес біологічного окислення азоту й утворення кислот (у прикладі з сульфатом амонію - HNO3 і H2SO4). У ґрунті кислоти нейтралізуються, вступаючи у взаємодію з бікарбонатами ґрунтового розчину і катіонами вбирного комплексу [6].

Через деякий час у ґрунтовому вбирному комплексі, крім Н+ з'являється обмінний Аl3+, який токсичний для багатьох рослин. Вже при концентрації у розчині 2 мг/л Аl спостерігають різке погіршення розвитку кореневої системи, порушується вуглецевий, азотний, фосфатний обмін у рослинах. Вищі концентрації алюмінію призводять до різкого зниження врожаю зернових культур і навіть їхньої загибелі.

Нині у науковій літературі накопичено великий обсяг даних [4-6], які свідчать, що підвищення кислотності ґрунтового розчину може істотно впливати на рухомість у ґрунті багатьох хімічних елементів, у тому числі токсичних, тим самим активізуючи перехід їх у рослини та міграцію за профілем ґрунту. У кислих ґрунтах (рН<6,5) рухомість таких елементів як Zn, Mn, Cu, Fe, Co, В та ін. значно збільшується. Вплив мінеральних добрив на геохімічні властивості ґрунтів проявляється не стільки у привнесенні низки елементів-забруднювачів, скільки у зміні особливостей міграції окремих груп ВМ, що зумовлює їхню рухомість. За даними тривалих дослідів Центральної дослідної станції Всеросійського інституту добрив і агрохімії [10], зменшення рН на 1,8-2,0 одиниці призвело до збільшення рухомості Zn у 3,8-5,4 рази, Cd у 4-8, РЬ - у 3-6 і Сu у 2-3 рази. При використанні азотно-калійних добрив величина рН знизилася на 0,1-0,2 одиниці, а коефіцієнт рухомості у ґрунті підвищився: Zn - з 13,4 до 19%, Сu - з 2,6 до 4,7, РЬ - з 5,0 до 7,4, Cd - з 19,6 до 28,3%.

Змінюючи реакцію ґрунтового розчину, мінеральні добрива призводять до підвищення рухомості токсичних елементів і опосередковано діють на процеси переходу їх у рослини: зниження рН водної витяжки з 6,5 до 4,0 підвищує забруднення рослин токсичними елементами з 4 до 20 разів [4].

Найактивніше надходження ВМ із ґрунту в рослини відбувається за кислої реакції ґрунтового розчину, що підтверджується результатами досліджень, проведених у тривалих дослідах з Cd, Pb, Ni, Cr, на різних ґрунтових відмінностях. Вапнування і внесення у ґрунт інших природних сорбентів дає змогу активно впливати на ці процеси. Але підвищення рН з метою зниження вмісту ВМ (зокрема кадмію) у продукції рослинництва ефективне не для всіх видів рослин. Ю. Алексєєвим [12] було встановлено, що вапнування призводило до надходження кадмію у рослини ячменю і бобових культур.

Серед традиційних мінеральних добрив, які можуть активно впливати на кислотно-основні властивості ґрунту, найбільшою активністю характеризуються азотні, серед яких ті, що зміщують рівновагу ґрунтового розчину в бік: підкислення - аміачна селітра NH4NO3, аміак рідкий NH3, аміак водний NH4OH, сульфат амонію (NH4)2SO4, сульфат амонію-натрію (NH4)2SO4+Na2SO4, хлористий амоній NH4C1, сечовина (карбамід) CO(NH2)2; підлуження - натрієва селітра NaNO3 (16% N), кальцієва селітра Ca(NO3)2-3H2O (17,5% N) [7]. На кислотно-основні властивості ґрунту, хоча і меншою мірою, впливають також калійні і фосфорні добрива. Серед калійних добрив на першому місці калімагнезія K2SO4MgSO4; на другому - K2SО4 і на третьому – КСl [7].

Використання мінеральних добрив може істотно змінювати біогеохімічний колообіг речовин, що нерідко призводить до загострення екологічних проблем [4, 6, 7].

Використання мінеральних добрив сприяє включенню біологічно активних елементів (БАЕ) у різні типи міграції, які послідовно змінюються. При видобуванні і виробництві мінеральних добрив БАЕ включаються у техногенну міграцію, при застосуванні - у біогенну. Усі ці типи міграції є складовими єдиного біогеохімічного колообігу хімічних елементів у біосфері.

Хоча наявність у мінеральних добривах домішок ВМ є фактом встановленим, але інформація щодо забруднення ґрунту цими елементами в результаті застосування мінеральних добрив носить дещо суперечливий характер.

Результати багатьох досліджень [4, 5, 11] засвідчують, що добрива не є істотним джерелом ВМ, і при застосуванні їх не відбувається істотного підвищення вмісту ВМ у ґрунті, але на відміну від інших хімічних сполук, які підлягають процесам деструкції, кількість їх з часом у довкіллі збільшується, біокумуляція ВМ у ланцюгах екосистем дуже висока. На думку Н. Мілащенка [8], людина, що знаходиться на вершині трофічного ланцюга може одержувати продукти з концентрацією токсикантів у 100-10 000 разів вищою, ніж у ґрунті, а період напіввиведення дорівнює сотням років (Cd - 110, Zn - 510, Cu - 1500, Pb - кілька тисяч років). Щороку з мінеральними добривами вноситься 2150 кг кадмію. Крім того, добрива, змінюючи агрохімічні властивості ґрунту, можуть впливати на рухомість ВМ у ґрунті та надходження їх у рослини.

Поступово накопичено дані, які свідчать, що при систематичному застосуванні добрив спостерігають тенденції до підвищення валового вмісту ВМ, на фоні чого відбувається істотне збільшення кількості їхніх рухомих сполук у ґрунті. Встановлено, що систематичне тривале (60 років) застосування баластних та концентрованих мінеральних добрив на дерново-підзолистому ґрунті призвело до нагромадження рухомих форм Cd, Mn, Мо [9].

Як правило, внесення азотних добрив призводить до підвищення рухомості Mn, Fe, Zn, Cd у ґрунтах і практично не змінює рухомості Сu і Ni, a рухомість Рb при цьому знижується. Фосфорні добрива зменшують рухомість ВМ у ґрунті в результаті утворення важкорозчинних фосфатів металів. Калійні добрива менше, ніж азотні і фосфорні впливають на зміну рухомості металів.

Низкою досліджень показано, що внаслідок тривалого застосування мінеральних добрив у ґрунті відбувається інтенсивне нагромадження фтору. Доведено, що з фосфорними добривами у ґрунт надходить 2 - 12 кг/га фтору на рік: при внесенні 60 кг/га Р2О5 у вигляді суперфосфату до ґрунту може надійти 6-8 кг фтору; внесення 40 кг фосфору у вигляді амофосу супроводжується внесенням 7 кг/га фтору; з кожною тонною фосфоритного борошна - 19-37 кг фтору. Слід зазначити, що застосування фосфорних добрив призводить не лише до підвищення загального вмісту фтору у ґрунті, але й до погіршення біологічної активності ґрунту та швидкого нагромадження фтору безпосередньо доступного рослинам, яке, може становити 90%, порівняно з контролем.

У підвищених кількостях хлор негативно впливає на сільськогосподарські рослини. Характер його дії проявляється у зниженні кількості хлорофілу у листі, інтенсивності фотосинтезу, погіршенні водного режиму і транспірації [1]. Хлор має високу здатність до горизонтальної та вертикальної міграції, поряд з цим він може рухатися з висхідними стоками води [10]. Негативна дія хлору найбільше проявляється на піщаних ґрунтах, які мають підвищену кислотність. На дерново-підзолистих ґрунтах в орному шарі при внесенні калійних добрив, що містять хлор, вміст цього елемента може зростати на 60-290% залежно від виду культури, умов зволоження та інших факторів [2].

Мінеральні добрива, що містять фосфор, можуть призводити до збільшення у землях сільськогосподарського використання хімічних елементів, які мають природну радіоактивність. Відомо, що у деяких штатах США концентрація урану-238 у ґрунтах за 80 років застосування фосфорних добрив збільшилася удвічі. Подібне явище спостерігали також у Німеччині, де на окультурених ґрунтах вміст природнорадіоактивних елементів (урану і радію) на 6-9% вище, ніж на неокультурених. У ґрунт з простим суперфосфатом надходить значна кількість стабільного стронцію [11].

Серед хімічних елементів І класу небезпечності (Cd, Pb, As, F), що надходять у агроекосистеми з мінеральними добривами, найбільше внесено фтору. Його кількість, що надходить на сільськогосподарські угіддя у цілому по Україні у різні періоди, може коливатися в межах 89-340 тис т. Надходження свинцю дещо менше - 54-560 т, кадмію та миш'яку - 7,2-91,5 і 19,2-27,6 т відповідно.

За розмірами надходження в агроекосистеми з мінеральними добривами хімічні елементи 1 класу небезпечності можна розмістити у низхідній послідовності: F> Pb> As> Cd.

У межах окремого поля, яке може виступати як складова частина єдиної агроекосистеми, мінеральні добрива є істотним, але не єдиним джерелом токсичних елементів. У стаціонарному досліді Інституту землеробства УААН на темно-сірому опідзоленому ґрунті було вивчено обсяги надходження БАЕ з традиційними мінеральними добривами: аміачною селітрою, суперфосфатом простим гранульованим і калійною сіллю, а також з органічними добривами і меліорантами.

Участь азотних, фосфорних, калійних, органічних добрив та меліорантів у надходженні As, Cd, Pb, F у ґрунт залежить від системи удобрення. При мінеральній системі удобрення зернових культур (пшениця озима, ячмінь) найістотнішим джерелом БАЕ є фосфорні добрива - кількість елементів, що з ними надходить, становить 44,7 - 92,7% загальної. При органо-мінеральній системі удобрення в ґрунт з органічними добривами надходить близько 86% загальної кількості БАЕ. Близько 70% БАЕ надходить в агроекосистеми з фосфорними добривами, з азотними - близько 12, калійними - 6, вапняковими матеріалами - 13%.

Органічні добрива відіграють роль біоконцентраторів і рециркуляторів БАЕ в агроекосистемах, з ними в ґрунт надходить близько 60% загальної кількості БАЕ [12]. Використання низькоконцентрованих фосфорних добрив може у кілька разів збільшувати надходження БАЕ в агроекосистеми.

1.3.4 Вплив добрив на флору і фауну

Добрива негативно впливають на флору і фауну внаслідок включення в біотичний колообіг важких металів, радіонуклідів та інших токсикантів. Крім того, добрива можуть спричинювати надлишкове однобічне нагромадження окремих елементів живлення і речовин у рослинах, після споживання яких спостерігаються захворювання людей і тварин.

За ступенем небезпечності для біосфери, яка визначається рівнем летальної дози (ЛД50), персистентністю в ґрунті та рослині, значеннями ГДК в ґрунті, міграцією та впливом на поживну цінність сільськогосподарської продукції, всі хімічні речовини згідно з ГОСТ 17.4.1.02-83 поділяють на три класи.

Перший клас - високонебезпечні речовини (арсен, кадмій, ртуть, селен, свинець, цинк, фтор, бенз (а) пірен).

Другий клас - помірно небезпечні речовини (бор, кобальт, нікель, молібден, мідь, стибій, хром).

Третій клас - малонебезпечні речовини (барій, ванадій, вольфрам, манган, стронцій, ацетофенон) [13].

Більшість важких металів, радіонуклідів та інших токсикантів, що через рослини включаються в біотичний колообіг, негативно впливають і на розвиток самих рослин. Вони знижують проникність мембран, спричинюючи навіть їх розривання, інактивують ферменти, зумовлюють денатурацію білків та деструкцію асиміляційного апарату, знижують імунітет рослин проти хвороб і шкідників, заміщують біофільні елементи в структурах рослин. Внаслідок цього знижується продуктивність посівів на 10-60 %; через неоднакову толерантність різних рослин відбувається видозміна природного фітоценозу, погіршується гігієнічна якість урожаю [12].

За токсичним впливом на рослини хімічні сполуки поділяють на три класи.

Перший клас - високофітотоксичні, токсичність яких виявляється за вмісту < 1 мг/л ґрунтового розчину (Аg+, Ве2+, Нg2+, Sn2+, РЬ2+, Со2+, Ni2+).

Другий клас - помірно фітотоксичні, токсичність яких виявляється за вмісту 1-100 мг/л ґрунтового розчину (АsО3-4, ВО33-, А13+, Ва2+, Сd2+, Fе2+, Zn2+).

Третій клас - слабкофітотоксичні, токсичність яких виявляється за концентрації не < 1800 мг/л ґрунтового розчину (Са2+, Мg2+, К+, Na+, RЬ+, Sг2+, Lі+, СІ-, SО2-).

Ця класифікація певною мірою умовна, тому що фітотоксичність одних і тих самих елементів, іонів чи сполук у різних ґрунтово-кліматичних умовах неоднакова, крім того, для більшості сполук вона зростає після їх надходження в рослину з повітря, оскільки при цьому виключається самоочисна здатність ґрунту, його буферність, внаслідок чого більшість токсикантів трансформується в малодоступні для рослин форми. Так, органічна речовина ґрунту і добрив зв'язує важкі метали в комплексні сполуки хелатного типу, а фізична глина необмінно вбирає важкі метали.

Коренева система рослин має також захисну здатність до вбирання важких металів з ґрунту, причому в різних рослин ця здатність неоднакова. Очевидно, всі ці явища і зумовлюють відсутність прямої залежності вмісту важких металів у ґрунті з їх вмістом у рослині.

Для ефективного контролю за включенням у біотичний колообіг важких металів та інших токсикантів, для визначення чистоти рослинної продукції, для профілактики багатьох захворювань людей і тварин треба знати допустимі (нормальні) концентрації цих речовин у рослинах та їх ГДК. Толерантна (терпима) концентрація не пригнічує життєдіяльність рослин, хоча і вища за нормальну, токсична - пригнічує ріст і розвиток рослин, а летальна - призводить до їх загибелі [11].

За даними ВОЗ, надходження в організм дорослої людини важких металів з продуктами харчування та водою не повинно перевищувати на тиждень 3 мг свинцю, 0,3-0,5 кадмію, 0,3 ртуті та 50 мг на добу нітратного азоту.

Для людей і тварин збагачення рослинних продуктів фосфором і калієм небезпеки не становить. Небезпечним є відносний надлишок у рослинах вмісту фосфору і калію порівняно з кальцієм. Оптимальне співвідношення фосфору і кальцію становить 1:1 або 1,5.

Найшкідливіше впливають на організм людини нітрати, нітрити та нітрозаміни (НА). Найнебезпечнішою вважається здатність нітрит-іонів утворювати канцерогенні нітрозосполуки - нітрозодиметиламін і нітрозодиетиламін. Нітрозаміни можуть міститися у воді, повітрі та ґрунті і навіть у рослинах. Джерелами забруднення ґрунту і рослин НА вважають пестициди, осади стічних вод, що використовують як добриво, де вміст НА 0,2-5,6 мг/кг.

Проте синтез НА може здійснюватися і в організмі людини чи тварини за значного вмісту в продуктах нітритів і нітратів. Тому слід максимально обмежувати надходження нітрат - і нітритів в організм з водою та їжею. Встановлено що близько 70-90% надходження нітратів припадає на овочі, а решта - на воду, тому вони потребують контролю [5].

1.4 Дослідження кінетики розчинення добрив

Систематичне вивчення кінетики розчинення твердих речовин почалося в кінці ХІХ ст. У 1896 р А. Щукарев [14], узагальнюючи результати проведених досліджень, визначив загальне кінетичне рівняння розчинення солей в наступному вигляді:

dC/dτ = KdS (Cн-C)/ V, (1.1)

де C - концентрація розчину до моменту часу t;

Сн- концентрація насиченого розчину;

S - поверхня розчинення;

V - об'єм розчинника;

Кd - константа швидкості.

У 1897 р Нойєс і Уїтні [15] запропонували дифузний механізм процесів розчинення твердих речовин. На їхню думку, поверхнева реакція розчинення протікає значно швидше дифузії продуктів розчинення, тому в початковий момент процесу на поверхні утворюється тонкий нерухомий шар насиченого розчину. Швидкість розчинення визначається швидкістю дифузії продуктів розчинення з міжфразного простору в об'єм розчинника і, відповідно до закону Фіка, повинна бути пропорційна різниці між концентрацією насиченого розчину і об'ємною концентрацією розчину в даний момент часу.

Нернст в 1900-1907 рр. розвинув загальну дифузну теорію гетерогенних процесів, в основі якої лежить припущення про швидке встановлення рівноваги на кордоні двох фаз в сфері дії молекулярних сил. Тому швидкість гетерогенних процесів визначається повільними дифузійними стадіями (дифузія продуктів від поверхні або дифузія реагентів до поверхні твердої фази). Крім того, в теорії Нернста приймається, що при досить інтенсивному перемішуванні в кожен момент часу в обсязі розчину складу однаковий, а зміна концентрації зосереджено в тонкому нерухомому шарі біля поверхні розділу фаз (дифузний шар). У цьому випадку швидкість розчинення описується рівнянням Фіка для швидкості стаціонарної дифузії в нерухомому середовищі:

dM/dτ = -DS \* dC/dδ, (1.2)

де dM - кількість речовини, що дифундує через поверхню S в період часу dτ при градієнті концентрації dC/dδ;

D - коефіцієнт дифузії.

При лінійній зміні концентрації в дифузійному шарі вид рівняння визначається напрямом процесу дифузії в найбільш повільній стадії процесу. Якщо дифузія продукту від поверхні є такою, то:

dM/dτ = DS \* (Cн-C)/δ, (1.3)

де dM/dτ - швидкість розчинення;

S - поверхня зразка;

Δ - товщина дифузійного шару.

Якщо процес розчинення лімітується дифузією реагенту до поверхні твердої речовини, рівняння швидкості має вигляд:

dM/dτ = DS \* C/δ, (1.4)

де C - концентрація реагенту в розчині.

Товщина дифузійного шару, що залежить від форми зразка, що розчиняється, його орієнтації в розчиннику, швидкості перемішування і температури розчинника, визначається з рівняння:

Кd=D/δ, (1.5)

де Кd - експериментальна константа швидкості розчинення, яка для дифузійних процесів називається константою швидкості дифузії.

Визначивши δ з одного досвіду, можна потім розрахувати швидкість різних гетерогенних дифузійних процесів, які лімітуються дифузією одного і того ж речовини при однакових зовнішніх умовах.

Основні положення дифузійної теорії Нернста про дифузійний контроль гетерогенних процесів і дифузний шар на межі поділу фаз отримали підтвердження в багатьох дослідженнях [16].

Разом з тим було встановлено, що ряд процесів розчинення не підкоряється дифузійній теорії. У цьому випадку швидкість розчинення не залежить від перемішування розчину; константи швидкості мають аномально низькі значення, а температурні коефіцієнти швидкості і значення енергії активації - занадто високі значення (1,5 і > 40 кДж/моль відповідно); фізичний стан поверхні зразка сильно впливає на швидкість і енергію активації процесу.

У зв'язку з цим в ряді робіт [6] розвивається дифузійна кінетична теорія, в якій лімітуючою стадією процесу розчинення вважається гетерогенна хімічна реакція.

В останні 40 років успішно розвивається теорія конвективної дифузії, в якій, поряд з молекулярною дифузією враховується перенесення речовини, що рухається рідиною. При ламінарному режимі руху розчинника теорія дозволяє провести розрахунок швидкості дифузійного розчинення, коли поверхнею реакції служить обертовий диск; гладка, обтічна потоком пластинка; внутрішня поверхня каналу; вертикально розташована поверхню в умовах природної конвекції розчину і в інших випадках. Деякі з цих рівнянь перевірені [17].

На даний момент кількісна теорія розчинення, що дозволяє розрахувати швидкість процесів в різних умовах, знаходиться в стадії розробки. Для процесів, що протікають в дифузійної області, такі розрахунки можна провести лише для ламінарного режиму перемішування в умовах обертового диска, природної конвекції і деяких інших випадках. Однак для цього необхідно мати експериментальні величини розчинності твердої речовини, коефіцієнтів дифузії речовини, що розчиняється і реагенту, в'язкості і щільності насичених розчинів.

Кількісні розрахунки швидкості процесів розчинення в кінетичної і проміжної областях поки проводити не можна.

Стосовно до сільського господарства, найбільш важливими об'єктами для вивчення кінетики розчинення є NH4NO3 і KCl (в тому числі гранульовані і модифіковані). Це пов'язано з високою швидкістю розчинення згаданих сполук і, відповідно, забрудненням ґрунтових, поверхневих і підземних вод легко мігруючими іонами NO3- і Cl-.

В останні десятиліття проводяться роботи по розробці сполучних складів і покриттів, що уповільнюють швидкість розчинення цих добрив. Ці роботи є актуальними, так як за літературними даними ступінь використання, наприклад, азоту, внесеного з добривами, навіть при раціональному їх використанні, в кращому випадку не перевищує 65-75% [11]. Багато в чому причина цього - вимивання азотних добрив з ґрунту: швидкість їх розчинення перевищує швидкість їх асиміляції рослинами. В результаті вміст NH4NO3 в інфільтраційних водах досягає небезпечних для здоров'я людини величин (50 мг/л і більше) [18].

NH4NO3, будучи цінним азотним добривом (містить 35% азоту в аммонийной і нітратної формах), крім високої швидкості розчинення володіє ще цілим рядом негативних властивостей: гігроскопічність, злежуваність, здатністю до розкладання (часто з вибухом). Тому розроблені і впроваджені різні технологічні заходи, що зменшують негативний ефект цих властивостей: добриво гранулюється, в нього додають поверхнево-активні речовини, що зменшують злежуваність, гігроскопічність (Ca(NO3)2, Mg(NO3)2, CaCl2, фенолформальдегідні смоли), сировина, що використовується для виробництва NH4NO3, очищається від домішок Al, Zn, Pb, Cu, Ni, Cd, кислот, здатних збільшити вибухонебезпечність добрива.

У той же час розроблені покриття, що уповільнюють розчинення мінеральних добрив (в т.ч. і NH4NO3), впроваджуються порівняно повільно. Це пов'язано з тим, що для їх нанесення потрібно нове технологічне обладнання, що часто економічно невигідно і з тим, що після внесення модифікованого добрива модифікатор (фенолоформальдегідна смола, важкі фракції нафти і т.п.) може призвести до забруднення ґрунту.

Для уповільнення розчинення використовуються:

- продукти піролізу піроконденсату і важкі фракції термічної переробки бензину (для KCl);

- сополімер лігносульфонату і акрилонітрилу (для сечовини, NH4NO3, KNO3, (NH4)2SO4 і їх сумішей);

- оболонка з CaSO4 \* 0,5H2O і тонко подрібненого вуглецю (для складних добрив, що містять N, P, K);

- мочевіноформальдегідні смоли (для покриття гранул мінеральних добрив);

- клеол у вигляді 32% розчину в спирті (для мінеральних азотних добрив);

- нейтральне каніфольне масло, модифіковане ацетилацетоном міді (для КСl);

- сополімер вінілхлориду та вінілацетату (для (NH4)2SO4);

- двошарове покриття з мочевиноформальдегидної смоли і мазуту (для нітроамофоски);

- полівініловий спирт (з добавками NH4Cl, K2Cr2O7, Na2B4O7, гліцерину) і т.д.

Представлені сповільнювачі розчинення розроблені, але не впроваджені в масове виробництво.

Зарубіжними фірмами Asahi Chemical Industry Co і Chisso Co розроблена плівка з термопластичної смоли, яка після внесення добрива в ґрунт через деякий час розкладається без виділення токсичних продуктів. Швидкість виділення мінеральних добрив з гранул, покритих цією плівкою, залежить від температури, що дозволяє розрахувати програми виділення добрив при культивації рослин. Гранульовані добрива, покриті цією плівкою, виробляються, але застосовуються лише в умовах закритого грунту. Склад і технологія виробництва плівки запатентовані.

Для оцінки ефективності розроблених модифікаторів створені різні методики.

Одна з них [19] передбачає вивчення характеристик розчинення в осередку з магнітною мішалкою. При правильному підборі умов розчинення помилка вимірювань становить 1,5-2%.

Інша методика передбачає вивчення кінетики розчинення в хронокондуктометрічній комірці (проточній), в якій гранули, що розчиняються, знаходяться в підвішеному стані в висхідному струмені води. Збіжність результатів забезпечується підтримкою постійної об'ємної швидкості протікання розчинника. Параметр - час повного розчинення гранул.

Розроблена також технологія оцінки придатності матеріалу для виготовлення покриття, що уповільнює розчинення. Вона полягає у виготовленні тонкої мембрани з випробуваного матеріалу та вивчення дифузії поживних речовин (наприклад, іонів NO3-) через цю мембрану.

Існуючі методи вивчення ефективності сповільнювачів розчинення реалізують умови, далекі від реальних: гранули, що розчиняється добрива не спочивають щодо середовища, в якій вони перебувають, а омиваються потоками розчинника. Точно визначити швидкість руху розчинника щодо гранул важко, крім того, як показано вище, сучасний рівень розвитку теорії розчинення не дозволяє на підставі даних про швидкість розчинення в нестаціонарному стані розрахувати швидкість розчинення в нерухомому (стаціонарному) стані, яке реалізується реально при внесенні гранул добрива в ґрунт.

В літературі [20] детально описаний широкий спектр властивостей NH4NO3, наведені відомості про кінетику фазових переходів, кристалізації, про вплив добавок на ці процеси, але абсолютно опускається механізм розчинення. Цей процес з-за швидкості протікання не є лімітуючим, і тому на ньому не загострювали увагу.

Аміачна селітра швидко розчиняється в ґрунтовій вологі і реагує з ґрунтовим поглинальним комплексом (ПК):

[ПК] + 2NH4NO3 = [ПК] + Ca(NO3)2

Таким чином, іон NH4+ адсорбується в ґрунті сполуками в колоїдному стані, а NO3- утворює розчинні у воді солі лужноземельних металів. При нестачі сполук Ca2+ в ґрунті відбувається її підкислення через утворення HNO3:

[ПК] + 3NH4NO3 = [ПК] + HNO3 +Ca(NO3)2

Амонійна група в такому випадку (при зв'язуванні її ПК) набуває меншу рухливість, ніж нітратна, яка піддається вимиванню з ґрунту, особливо в умовах сильного її зволоження.

Іони NH4+ при хорошому доступі повітря піддаються процесу нітрифікації - окислювання ґрунтовими бактеріями до іонів NO3-. При поганому надходження повітря в ґрунт відбувається процес денітрифікації - відновлення іонів NO3- специфічними бактеріями до молекулярного азоту N2.

Вимивання, нітрифікація і денітрифікація призводять до втрат внесеного азоту і забруднення суміжних середовищ.

На даний момент якісно механізм асиміляції рослинами сполук азоту вивчений досить добре: іони NH4+ і NO3- поглинаються поверхнею кореневих волосків рослин. При цьому іони NH4+ проникають через клітинну ліпопротеїдних оболонку мембрану пасивно шляхом дифузії, а іони NO3- - активно, з витратами енергії. У рослинах азот відновлюється до нижчого ступеня окислення (-3), включаючись до складу білків, амідів, нуклеїнових кислот.

Кількісно досвідченим шляхом визначено норми внесення азотних добрив під конкретні культури. Азотні добрива вносять під плодові дерева в кількості 160-400 г/дерево для неплодоносних і 560-1900 г/дерево для плодоносних (норми наведені для NH4NO3). Для рослин, які потребують значної кількості азоту, (капуста, селера, морква) доза NH4NO3 - 43-58 кг/га; для рослин, які потребують незначної кількості азоту, (квасоля, горох, редис) - 12-14 кг/га; для рослин, які потребують середньої кількості азоту (огірки, помідори, цибуля, часник, буряк, кріп) - 23-30 кг/га. При інтенсивному зволоженні рекомендується збільшити дозу внесення селітри, так як вона швидше асимілюється (але одночасно і швидше вимивається) [21].

Висновки

В літературі детально описаний широкий спектр властивостей NH4NO3, наведені відомості про кінетику фазових переходів, кристалізації, про вплив добавок на ці процеси, але абсолютно опускається механізм розчинення.

Таким чином, в даний час мало вивчено механізм розчинення NH4NO3 в ґрунтах. Тому запропонована в даній роботі методика вивчення кінетики розчинення NH4NO3 в воді при нерухомому стані гранул є новою та актуальною, являє собою основу для подальших досліджень в області дослідження забруднення ґрунтів мінеральними добривами.

В даний час на тлі безперервного зростання чисельності населення Землі має місце скорочення площі родючих орних земель внаслідок природних, та, значною мірою, антропогенних чинників. Для задоволення зростаючих потреб людства в сільськогосподарської продукції використання земель інтенсифікується за рахунок застосування хімічних засобів захисту рослин і мінеральних добрив. Виробництво останніх зростає вдвічі кожні 10 років і вимагає великих витрат сировинних і енергетичних ресурсів. З іншого боку, близько 50% внесених у ґрунт мінеральних добрив не асимілюються рослинами, а забруднюють ґрунт і суміжні середовища, негативно впливаючи як на природне середовище, так і на здоров'я людей.

Проведений аналітичний огляд свідчить про те, що в даний час роботи по уповільненню розчинення швидкорозчинних мінеральних добрив знаходяться на стадії експериментів, а вивчення механізму розчинення мінеральних добрив в різних типах ґрунтів взагалі не проводилось.

Тому актуальним напрямком досліджень є вивчення процесу забруднення ґрунтів мінеральними добривами, для чого необхідно досліджувати кінетику розчинення останніх в різних умовах.