

УДК 631.895:631.811.1:631.815.2

**ТВЕРДІ ТА РІДКІ КОМПЛЕКСНІ ДОБРИВА: ОТРИМАННЯ
ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ**

Крамарьов Сергій Михайлович

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник,
професор, завідувач кафедри агрохімії

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Україна

м. Дніпро, Україна

Бандура Любов Павлівна

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Україна

м. Дніпро, Україна

Крамарьов Олександр Сергійович

науковий співробітник

Державної установи Інститут зернових культур НААН України,

м. Дніпро, Україна

Анотація: Рідкі комплексні добрива (РКД) виготовляються на основі пірофосфорної кислоти. Солі пірофосфорної кислоти не вступають в хімічну взаємодію з карбонатами кальцію та магнію. Застосування РКД дає можливість механізувати трудомісткі процеси виробництва і застосування. РКД сприяють кращому засвоєнню важкодоступних для рослин форм поживних речовин. Отже, заміна в складі РКД ортофосфатів на конденсовані поліфосфати забезпечує підвищення загальної концентрації елементів живлення. Виробництво РКД є перспективним напрямком розвитку хімічної промисловості нашої держави.

Ключові слова: рідкі комплексні добрива, поліфосфорна кислота, ортофосфати

Вітчизняна та світова практика ведення сільського господарства свідчить, що найбільш економічно вигідно використовувати комплексні добрива, порівняно з простими. Серед яких найпоширенішими є азотно-фосфорні та азотно-фосфорно-калійні комплексні добрива, які випускаються промисловістю в твердому (порошкоподібному або гранульованому) та в рідкому стані.

Використання рідких комплексних добрив дає істотну економію коштів, порівняно із застосуванням еквівалентних доз твердих комплексних туків в розрахунку на гектар посіву.

Принципальна різниця між твердими і рідкими комплексними добривами полягає в тому, що при виробництві твердих комплексних добрив в основному використовують концентровану (48-54%) ортофосфорну кислоту, а в рідких комплексних добривах – поліфосфорну кислоту [1].

Найпоширенішими твердими комплексними добривами є амофос, діамофос, калієва селітра, нітрофоска, нітрофос, нітроамофоска, нітродіамофос, кристалін, суперфоска, карбоамофос, карбоамофоска, метафосфат кальцію, метафосфат амонію, поліфосфат амонію, монофосфат калію, магній амоній фосфат та ін [3].

Основним складовим елементом в більшості фосфорних добрив є аніон $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$, який поглинається рослинами з ґрунтового розчину при фосфорному живленні. Впродовж року аніон $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ переміщується в ґрунті на відстань не більше 1 см, коефіцієнт використання фосфору з фосфорних добрив не перевищує 25-27%. Підвищення коефіцієнту використання фосфору з твердих комплексних добрив досягається при локальному внесенні в ґрунт [2].

Вартість виготовлення гранульованих комплексних мікродобрив у вигляді мікрогранул, до складу яких вводять слабкі органічні кислоти, доволі високозатратна і використання їх в виробничих умовах доступне не для всіх господарств.

При внесенні в ґрунт комплексних мікродобрив основним недоліком є хімічне зв'язування аніону $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ в слабкорозчинні сполуки фосфати кальцію та магнію. Особливо швидко цей процес проходить на карбонатних ґрунтах, а

також в посушливих умовах, за яких карбонати кальцію та магнію переміщуються в верхні шари ґрунту.

Тенденцію переміщення карбонатів кальцію в верхні шари ґрунту можливо прискорити завдяки мілкому і нульовому обробітку ґрунту, які нині отримали широке поширення на значних площах в виробничих умовах, що чітко просліджується на (рис.1).

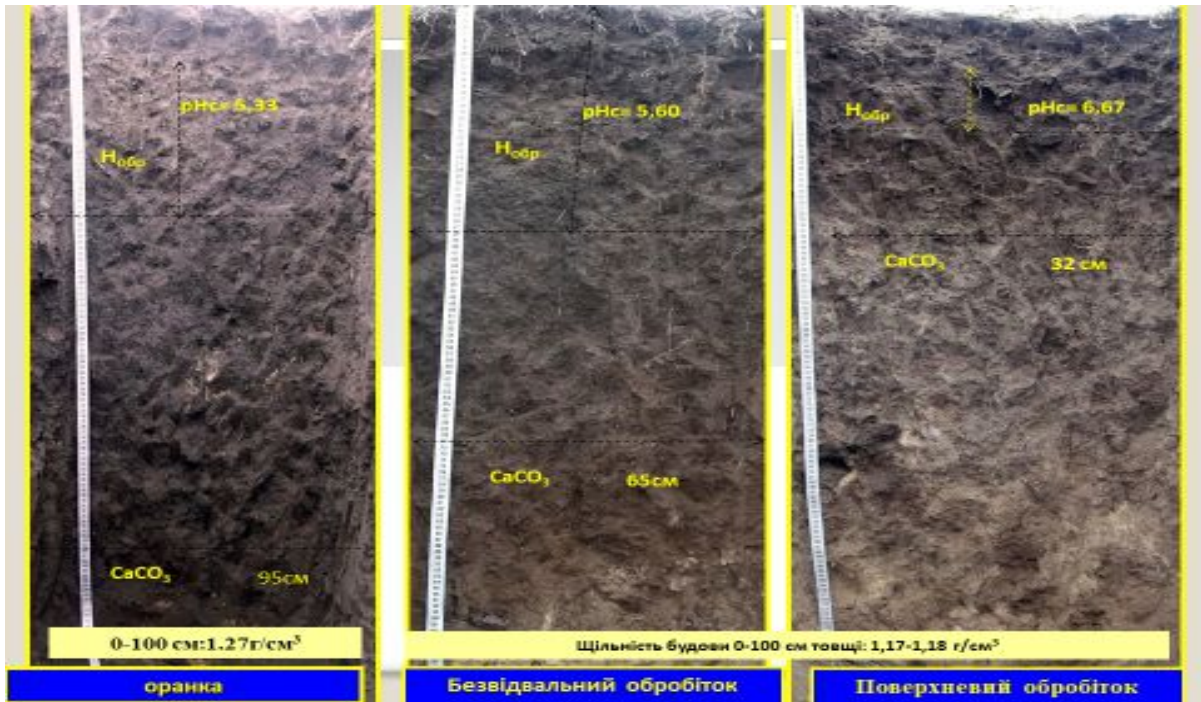


Рис.1 Переміщення карбонатів кальцію в верхні шари ґрунту під впливом тривалого мілкого його обробітку

За таких умов при удобренні сільськогосподарських культур твердими фосфоровмісними комплексними добривами рухомий фосфор з добрив швидко зв'язується з ґрунтом, що призводить до зменшення його доступності для рослин.

Таким чином, більш перспективними є рідкі комплексні добрива (РКД), які не мають вище перелічених недоліків так, як виготовляються на основі пірофосфорної кислоти. Солі пірофосфорної кислоти не вступають в хімічну

взаємодію з карбонатами кальцію та магнію. Рідкі комплексні добрива містять у своєму складі два елементи живлення рослин – азот і фосфор.

Вперше РКД були виготовлені в США в 1950 р., у 1957 р. – Англії, у 1960 р. – Франції, дещо пізніше в інших країнах Європи. В колишньому СРСР РКД почали виготовляти з 1980 року ХХ століття. В цей рік господарства одержали перші 26 тис. тонн РКД марки 10-34-0. В 1984 році в колишньому СРСР вже було виготовлено перший мільйон тонн РКД.

Країни, які виробляють РКД вважають, що внесення добрив у рідкому стані є одним з основних шляхів підвищення врожайності та валових зборів вирощуваних сільськогосподарських культур. Нині на основі марок РКД 10-34-0, 11-37-0 та інших марок виготовляють більш концентровані рідкі добрива – суспензії, до складу яких входить азот, фосфор і калій. Тому РКД марки 10-34-0, 11-37-0 та інші називають базовими розчинами.

В виробничих умовах, РКД одержують нейтралізацією аміаком екстракційної або термічної фосфорної кислоти до рН близько 6,5. В якості нейтралізуючого компонента для нейтралізації ортофосфорної кислоти використовують водний або безводний аміак у мольному співвідношенні аміаку до P_2O_5 від 1 до 2,5. Фосфорну кислоту, підігріту до 65-75°C безперервно подають у трубчатий реактор, де вона нейтралізується аміаком при температурі 250-300° С. Отриманий плав з ректора надходить у донейтралізатор, де при більш низьких температурах 60-80°C розчиняється в аміачній воді і перекачується в теплообмінник. Отриманий розчин перекачують в баки для охолодження до температури +25°C і далі в баки сховища. За такою схемою можна отримати РКД з будь-яким співвідношенням азоту до фосфору, але сумарний вміст цих елементів не повинен перевищувати 32-38% (9% азоту і 29% фосфору). Така концентрація вважається відносно низькою, тому одержувати РКД на основі ортофосфорної кислоти не зовсім економічно вигідно. В зв'язку з цим перевагу надають виготовленню РКД на основі пірофосфорної кислоти, за рахунок якої можна підвищити вміст вищеназваних поживних речовин в складі РКД.

Отже, в РКД вміст азоту та фосфору можна значно підвищити, якщо виготовляти їх на основі поліфосфорної (суперфосфорної) кислоти, яка є сумішшю ортофосфорної та поліфосфорних кислот з більшою концентрацією фосфору (72-80%). Крім ортофосфорної в суперфосфорній кислоті міститься пірофосфорна $H_4P_2O_7$, триполіфосфорна ($H_5P_3O_{10}$), тетраполіфосфорна ($H_6P_4O_{12}$) та інші кислоти більшого ступеня конденсації.

На основі суперфосфорної кислоти можна отримати РКД з високим вмістом поживних речовин, величина яких доходить до 44%, у тому числі азоту – 10% і фосфору – 34%. У формі амонійних солей орто- і поліфосфорних кислот різного ступеня заміщеності. Питома маса РКД при температурі $+20^{\circ}C$ дорівнює $1,6 \text{ г/см}^3$. Реакція базового розчину РКД марки 10-34-0, виготовленого на основі поліфосфорної кислоти, близька до нейтральної рН 6,5.

РКД, які були виготовлені на основі поліфосфорної кислоти, мають перевагу над твердими фосфоровмісними комплексними добривами, так як азот і фосфор знаходиться у формі повністю розчинних амонійних солей орто- і поліфосфорних кислот, завдяки чому швидше, ніж ортофосфати твердих добрив використовуються рослинами із ґрунтового розчину.

РКД можна вносити під основний обробіток ґрунту, під передпосівну культивуацію, при прикореневому та позакореневому підживленні в посівах практично всіх без виключення сільськогосподарських культур. У виробничих умовах використання РКД отриманих на основі суперфосфорної кислоти забезпечує одержання високих врожаїв та сприяє поліпшенню біохімічних показників якості вирощуваної рослинної продукції.

При внесення РКД в ґрунт протягом всього періоду вегетації підвищується кількість рухомих фосфатів, порівняно із застосуванням твердих ортофосфатів. В той же час за удобрення твердими фосфоровмісними комплексними добривами посівів сільськогосподарських культур відбувається швидке хімічне зв'язування фосфору ґрунтом, що призводить до зменшення доступності його для рослин. За внесення РКД марки 10-34-0, виготовлених на основі пірофосфорної кислоти хімічне зв'язування фосфору ґрунтом уповільнюється.

Поряд з цим слід відмітити, що внесені в ґрунт поліфосфати здатні активізувати раніше зв'язані ортофосфати, а тому доступність фосфору для рослин зростає.

Дослідами проведеними на Ерастівській дослідній станції ДУ Інституту зернових культур НААН України під науковим керівництвом професора Крамарьова С.М. протягом 1989-2005 рр., доведено, що внесення РКД восени, порівняно з простим суперфосфатом забезпечує підвищення вмісту рухомого фосфору в ґрунті впродовж всього вегетаційного періоду кукурудзи та соняшнику. Причому, максимальний вміст рухомого фосфору співпадає з початком формування початків кукурудзи та корзинок соняшнику, внаслідок чого збільшується винос фосфору рослинами на ділянках удобрених варіантів, порівняно з контрольними (без добрив) варіантами та удобрених еквівалентною дозою твердих туків.

За внесення РКД в ґрунт поліпшується живлення рослин не тільки фосфором та азотом, а ще й мікроелементами, оскільки компоненти цих добрив не зв'язують мікроелементи ґрунту й не перетворюють їх в недоступну для рослин форму, як це відбувається з ортофосфатами твердих комплексних добрив.

В господарствах РКД можна зберігати в ємкостях, як впродовж осінньо-зимового, так і літнього періодів. При цьому слід пам'ятати, що розчини цих добрив кристалізуються при температурі – 18-20°C. Тому, там, де температура найбільш холодної декади зимового місяця не опускається нижче -20°C, РКД можна зберігати взимку у відкритих сховищах, вкривши труби та вентиля теплоізоляційними матеріалами.

За температури -30°C РКД здатні переохолоджуватись з утворенням осаду, який з підвищенням температури до +20°C розчиняється. При цьому хімічний склад РКД не змінюється. Тривале зберігання розчинів РКД при температурі вище +20°C призводить до зміни їх хімічного складу, викликаного значним гідролізом поліфосфатів з виділенням кристалічного осаду. Якщо розчин РКД за таких умов зберігання не перемішувати тоді цей осад твердне і стає зовсім нерозчинним. При утворенні осаду погіршується якість РКД – змінюється співвідношення між азотом і фосфором. Уникнути такого негативного явища

можна, якщо зберігати РКД в осінньо-зимовий період не більше шести, а в літній період – трьох місяців. До складу РКД можна добавляти мікродобрива в хелатній формі, які виготовлені на основі базових розчинів РКД і зрівноважені за азотом і фосфором рідкі добрива з додавання мікродобрив можна зберігати лише впродовж 2-3 тижнів. Влітку ємкості потрібно вкривати ізоляційним матеріалом і світловідбиваючим покриттям, а їх горловини повинні бути закритими.

РКД можна змішувати з КАС і добавляти в цю суміш гербіциди. Для введення в РКД гербіцидів спочатку готують маточний розчин гербіциду, а потім його виливають до ємкості в якій знаходиться РКД.

При змішуванні гербіцидів і РКД різної щільності, щоб запобігти розшаруванню суміші, добавляють при постійному перемішуванні диспергатори, які переводять гербіциди в дрібнодисперсний стан.

Бакову суміш РКД+КАС+ гербіцид можна вносити під передпосівну культивування в посівах кукурудзи та соняшнику. Цей агрозахід нині отримав широке поширення в виробничих умовах. За цією тематикою в 1989 році професором Крамарьовим С.М. була захищена кандидатська дисертаційна робота на тему: «Ефективність сумісного внесення РКД марки 10-34-0, КАС-28 і гербіцидів в посівах кукурудзи вирощуваної за інтенсивною технологією в умовах степової зони України».

Вивчення ефективності РКД марок 10-34-0 та 11-37-0 у різних ґрунтово-кліматичних зонах показали незаперечні переваги РКД по відношенню до еквівалентних доз твердих комплексних добрив, так як рідкі поліфосфати амонію краще розчиняються у воді, ніж ортофосфати твердих туків і створюють кращий поживний режим для рослин у ґрунтовому розчині. Підвищенню ефективності РКД сприяє і те, що ці добрива більш рівномірно, порівняно з твердими, розподіляються по поверхні поля за їх внесення.

Численними польовими дослідженнями доведено, що при внесенні твердих добрив РУМами вони розподіляються по поверхні поля дуже нерівномірно – по середині смуги їх у 4-5 разів більше висипається, ніж по краях. Це призводить

до виникнення строкатості посівів та значного недобору врожаю сільськогосподарських культур. Так, за внесення твердих комплексних добрив РУМами без перекриття суміжних проходів нерівномірність розподілу туків становила 75%. За внесення РКД штанговими обприскувачами такої нерівномірності в виробничих умовах не спостерігається.

РКД, як і тверді комплексні добрива, можна вносити при основному обробітку ґрунту, у запас на ряд років, під час передпосівної підготовки ґрунту, одночасно з сівбою та у прикореневе і позакореневе підживлення. Вносити РКД у запас можна тільки на достатньо окультурених ґрунтах під високоврожайні культури, такі, як озима пшениця, кукурудза, цукрові буряки та ін.

Ефективність РКД залежить від способу та часу внесення. На відміну від твердих комплексних добрив, які вносять в ґрунт переважно восени при основному обробітку ґрунту, РКД, крім, цього, вносять і весною під передпосівну культивуацію і в прикореневе та позакореневе підживлення. Весняне внесення РКД доцільніше в зонах достатнього зволоження, де поширені ґрунти легкого механічного складу, наприклад, на Поліссі. У зонах Лісостепу та Степу весняне внесення РКД є доцільним тільки в роки, коли фосфорні добрива не були внесені восени, а також за достатнього забезпечення ґрунту вологою або при зрошенні. Кращим способом внесення РКД в ґрунт є локальний.

Локально вносять РКД штанговими обприскувачами зі знятими з них розпилювачами на поверхню поля стрічками перед оранкою з послідуочим загортанням плугами та культиваторами або дисковими боронами в ґрунт.

Існує ще так званий аерозольний спосіб внесення РКД, або локально-об'ємний спосіб внесення. При якому добрива вносять у ґрунт за допомогою спеціальних пристроїв у вигляді крапельно-повітряної суміші. При такому способі внесення РКД роздрібнюються повітряним потоком на краплини і розміщуються по площі руху лапи агрегату, створюючи мікроосередки поживних речовин у зоні активної діяльності кореневої системи. При такому способі внесення РКД

коефіцієнт використання азоту і фосфору рослинами збільшується 1,5 рази. Не спостерігається строкатості і невіривняності посівів.

Локально можна вносити РКД одночасно з сівбою, найкраще розміщувати на 2-7 см глибше від рядка кукурудзи, соняшнику, буряків. За застосування відносно високих доз РКД бажано вносити їх двома стрічками з обох боків рядка на однакових відстанях. В останньому випадку відстань між добривами і висіяним насінням збільшується до 7-8 см, щоб не відбулося зростання сольового індексу і збільшення осмотичного тиску ґрунтового розчину навколо проростаючого насіння.

Оптимальна глибина загорання РКД при внесенні під зернові культури суцільного способу сівби на суглинкових ґрунтах становить 8-10 см, а на легких 10-12 см. В умовах посушливого клімату степової зони глибина загорання збільшується до –12-15см, а під просапними культурами – 15-20 см. У зонах достатнього зволоження та при зрошенні РКД можна вносити і при підживленні, поєднуючи його з міжрядним обробітком ґрунту просапних культур, а також при вирощуванні культур суцільного способу сівби.

Озиму пшеницю, наприклад, можна підживлювати, вносячи баковий розчин обприскувачами по поверхні посіву весною, і пізніше в фазах кущення за допомогою штангових обприскувачів, на штанзі яких замість розпилювачів встановлено гумові трубки з крапельними насадками, що досягають поверхні ґрунту. РКД можна вносити і з поливною водою, якщо вона подається на поля дощувальними агрегатами,забезпеченими пристроями, які дозують добрива.

При трирічному застосуванні РКД порівняно з твердими туками отримано вищу економічну ефективність. Цьому сприяло те, що забезпечувалася запрограмована доза внесення та досягався більш рівномірний розподіл по поверхні ґрунту, повністю виключалась ручна праця, різко зменшились втрати при зберіганні та внесенні РКД. Значного ефекту було досягнуто внесенням РКД разом з органічними добривами, оскільки при цьому невисокий вміст азоту і рухомих фосфатів гною компенсується легкодоступними формами фосфору та азоту РКД.

Завдяки застосуванню РКД можна повністю механізувати трудомісткі процеси при навантаженні, розвантаженні та внесенні їх і майже повністю ліквідувати втрати на шляху завод-склад-поле. Слід також зазначити, що РКД сприяють кращому засвоєнню важкодоступних для рослин форм поживних речовин. Отже, заміна в складі РКД ортофосфатів на конденсовані поліфосфати забезпечить підвищення загальної концентрації елементів живлення. Як видно, переваги РКД перед твердими комплексними добривами значні, виробництво яких є перспективним напрямком розвитку хімічної промисловості нашої держави.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Янишеский Ф.В. Агрохимия жидких комплексных удобрений.-М.: Колос, 1979.- 220 с.
- 2.Петербургский А.В. Агрохимия комплексных удобрений.-М.: Наука. 1975.- 230 с.
3. Грызлов В.П. Комплексные удобрения. М.: Колос, 1971.-128 с.