

Лекція № 9

КОМПЛЕКСНІ ДОБРИВА. МІКРОДОБРИВА

План

1. Комплексні добрива.
2. Мікродобрива.

1. КОМПЛЕКСНІ ДОБРИВА

Комплексні добрива – це добрива, які містять два, три і більше елементів живлення (Нітроген, Фосфор, Калій, Мікроелементів). Виготовлення комплексних добрив економічно вигідніше, оскільки на практиці доводиться вносити одночасно не один елемент живлення, а дві і більше.

Комплексні добрива поділяють на три групи: складні, складно-змішані, змішані.

Таблиця 1

ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКСНИХ ДОБРИВ

ДОБРИВО	ОСНОВНА СПОЛУКА	ВМІСТ КОМПОНЕНТІВ	ХАРАКТЕРИСТИКА ДОБРИВ
I група Складні добрива			
Амофос (МАФ, дигідро-фосфат амонію)	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	N-11-12 %, P_2O_5 -46-60 %	Удобрюють с-г культури. Особливо цінне для технічних і овочевих культур. Ефективне на всіх ґрунтах, крім каштанових
Діамофос (ДАФ)	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	N-16-18 %, P_2O_5 -46-48 %	Використовують як базисне для виготовлення змішаних добрив. Вно-сять у основному під цукрові буряки, картоп-лю, овочеві та зернові. Ефективне на чорноземах
Калієва селітра або нітрат калію	KNO_3	K_2O -46 % N-13 %	Високоєфективна під картоплю, тютюн, овочі і цитрусові культури. Рекомендується для основного внесення під оранку восени або весною, а також для підживлення в

			період вегетації
Метафосфати калію та амонію	KPO_4 NH_4PO_4	K_2O -39,8 %, N -17 %, P_2O_5 -80 %	Доцільно використувати на ґрунтах з високою біологічною активністю для основного удобрення
Поліфосфати калію та амонію	$K_4P_2O_7$ $(NH_4)_nH_2P_nO_{3n+1}$	K_2O -49 %, N -16-17 %, P_2O_5 -60 %	Високоєфективний на кислих і вапнякових ґрунтах
Фосфат магнію-амонію	$MgNH_4PO_4 \cdot H_2O$	N -8 %, P_2O_5 -40 %, MgO -17 %	Перспективне для застосування на піщаних і супіщаних ґрунтах. Вносити під усі культури в основному удобренні
II група Складно-змішані добрива			
Нітрофоска		N -16 %, K_2O -16 %, P_2O_5 -16 % (марка «А»)	Ефективні на Поліссі і в лісостепу. Застосовують під зернові, картоплю, трави. В основне удобрення під оранку
Нітро-амофоска	$NH_4NO_3 + NH_4H_2PO_4$	N -17,5 %, K_2O -17,5 %, P_2O_5 -17,5 % (марка «А»)	Застосовують на всіх ґрунтах під усі культури, як в основне удобрення в рядки, під час сівби та для підживлення
Нітрофос		N -21-25 %, P_2O_5 -15-23 %	Під усі культури, на ґрунтах таких як: південні чорноземи, солонцюваті ґрунти. Використовують для підживлення і в рядкове внесення
Рідкі комплексні добрива	РКД Марка 10-34-0	N -10 %, P_2O_5 -34 %	Застосовувати у вітряну та туманну погоду не рекомендується. Вносять в основне удобрення, передпосівну культивуацію і в підживлення
Суспензовані рідкі комплексні добрива	СРКД		Їх використовують як базисні розчини для виготовлення добрив марок 12-12-12, 10-30-10, 12-25-10
Кристалін (розтворин)		N -10 %, K_2O -20 %, P_2O_5 -16 %	Використовують для тепличного овочівництва

		P ₂ O ₅ -5 %, MgO-6 % (марка «А»)	
--	--	---	--

Змішані добрива добувають механічним змішуванням двох, трьох, а інколи і більше простих добрив (гранульованих або порошкоподібних). Для змішаних добрив треба правильно підбирати компоненти, порушення може привести до зниження ефективності добрив у результаті їх зволоження, злежування, втрат поживних речовин, переходу у важкодоступні для рослин форми. Не рекомендується змішувати амонійні добрива з лужними, можливі втрати Нітрогену у вигляді амоніаку.

2. МІКРОДОБРИВА.

Мікродобрива – це добрива локального застосування, їх ефективність проявляється на ґрунтах з чітко вираженою недостатчею того чи іншого мікроелемента і на культурах, які більше потребують окремих мікроелементів. Це різноманітні технічні солі, деякі відходи промисловості (марганцевий шлам, молібденові відходи електролампових заводів) та фрити (сплави скла з мікроелементами). Останні входять до складу органічних добрив. Вміст мікроелементів у підстилковому напівперепрілому гною в середньому становить: Мангану 201, Купруму 16, Бору 20, Кобальту 1, Цинку 96 і Молібдену 2 мг на 1 кг сухої речовини.

Мікродобрива можна вносити безпосередньо в ґрунт, а також застосовувати для позакореневого підживлення рослин і передпосівної обробки насіння. Найкращим способом використання мікроелементів є введення їх до складу звичайних та комплексних мінеральних добрив.

Бор має важливе значення у поділі клітин, синтезі білків і є необхідним компонентом клітинної оболонки. Він сприяє кращому використанню кальцію в процесі обміну речовин у рослинах, хоча останній знаходиться в ґрунті в достатній кількості. Поглинання бору рослинами збільшується за підвищення вмісту Калію в ґрунті. Високочутливі до нестачі Бору кукурудза, соняшник, буряк, люпин, багаторічні трави, помідор, культури з родини Капустяних, плодові культури; середньочутливі – горох, соя, льон, гречка, морква, салат; малочутливі – жито, пшениця, ячмінь, овес, рис, картопля. У разі застосування борних добрив на бідних на Бор ґрунтах урожай сільськогосподарських культур підвищується на 10-20%. Крім того, продукція збагачується на цукор, крохмаль, вітаміни, знижується захворюваність рослин.

Як борні добрива можна використовувати хімічно чисті сполуки (борну кислоту H₃BO₃, буру Na₂B₄O₇•10H₂O), сирі боратові руди (борацити, гідроборацити), відходи хімічної промисловості, а також боровмісні односторонні й комплексні добрива. Крім того, Бор міститься у місцевих добривах. Наприклад, в 1 кг деревного попелу – 200-700 мг, в 1 кг сухої

речовини гною і торфу – близько 40 мг. Невелика кількість Бору (4-8 мг/кг) є в сирих калійних солях.

Борна кислота H_3BO_3 – це дрібнокристалічний порошок білого кольору, що містить 17,1–17,3% Бору. Використовують її для оброблення насіння (200-500 г/т) у вигляді 0,05-0,1%-го розчину та для позакореневого підживлення рослин (400-600 г/га), а також як борний компонент комплексних добрив.

Бороплюс – рідке добриво, що містить 11% Бору. Бор, що міститься в органічній формі (сполука з етаноламіном), високоефективний як для позакореневого підживлення, так і краплинного зрошення.

Боромагнієве добриво містить 2,3% Бору і 14% Магнію. Це порошок білого або сірого кольору, негігроскопічний. Добувають під час виробництва борної кислоти. Бор у добриві міститься у водорозчинній формі, тому його використовують для оброблення насіння (10-20 кг/т), позакореневого підживлення (20-25 кг/га) та передпосівного внесення (20-50 кг/га). Боромагнієве добриво доцільно застосовувати на ґрунтах легкого гранулометричного складу, де особливо ефективно виявляється дія магнію.

Борнодатолітове добриво містить 1,5-2,0% Бору. Це негігроскопічний порошок світло-сірого кольору. Добувають його внаслідок розкладання сірчаною кислотою природних боратів – датолітових руд, в яких Бор знаходиться в нерозчинній формі. При цьому використовується така сама апаратура, як і під час виробництва суперфосфату. Борнодатолітове добриво застосовують аналогічно іншим водорозчинним сполукам Бору.

Боровмісний порошок – механічна суміш технічного тальку і борної кислоти (14-16%). Застосовують для передпосівного оброблення насіння, г/кг: капусти – 1; огірка, багаторічних трав, баштанних культур – 2; льону, помідора – 3; буряку – 5.

Манган у рослинах переважно активує дію різних ферментів (або входить до їх складу), що відіграє важливу роль в окисно-відновних процесах, фотосинтезі, диханні тощо. Поряд з Кальцієм він забезпечує вибіркоче засвоєння іонів з навколишнього середовища, знижує транспірацію, підвищує здатність рослинних тканин утримувати воду, пришвидшує загальний розвиток рослин, позитивно впливає на їх плодоношення. Під впливом Мангану посилюється синтез вітаміну С, каротину, глутаміну, підвищується вміст цукру в коренеплодах буряку цукрового та в помідорах, а також вміст крохмалю в бульбах картоплі тощо. Манган бере участь в окисненні аміаку, відновленні нітратів. Отже, що вищий рівень азотного живлення, то важливіша роль Мангану в розвитку рослин.

Манганові добрива найефективніші на чорноземах звичайних, карбонатних, вилужених, солонцюватих і каштанових ґрунтах, а також на кислих ґрунтах після вапнування при вирощуванні на них вівса, пшениці, кукурудзи, соняшнику, картоплі, коренеплодів, люцерни, плодо-ягідних та овочевих культур. Особливо ефективне застосування манганових добрив за вмісту його

рухомих сполук у дерново-підзолистих грунтах < 25-50 мг/кг, чорноземах – 50-60, сіроземах – 10-50 мг/кг.

Як манганові добрива використовують переважно відходи промисловості, сульфат мангану та манганізовані мінеральні добрива. Значна частина Мангану повертається у ґрунт з органічними добривами.

Манганові шлами – це розсипчасті порошки темного кольору, що містять не менш як 9% Mn. Шлами є відходами збагачувальних фабрик манганової промисловості, в яких цей елемент входить до складу важкорозчинних сполук і після внесення в ґрунт поступово перетворюється на засвоювані рослинами форми. Манганові шлами вносять під час основного або передпосівного обробітку ґрунту.

Манган сульфат $MnSO_4$ – дрібнокристалічна суха сіль білого або світло-сірого кольору, добре розчинна у воді, негігроскопічна, містить 32,5% Mn. Добувають із природних оксидів мангану або з бідних манганових руд. Використовують в овочівництві захищеного ґрунту, для передпосівної обробки насіння й позакореневого підживлення.

Манган інтенсивно поглинається колоїдами ґрунту, тому норма його внесення має не перевищувати 2,5 кг/га. Добрі результати дає оброблення насіння буряку, кукурудзи, пшениці 1,0%-м водним розчином сульфату мангану напівсухим способом. За дефіциту Mn найефективніше проводити $MnSO_4$ із розрахунку 300 л/га.

Купрум разом із Манганом входить до складу ферментів, що відіграють важливу роль в окисно-відновних процесах. Вони поліпшують інтенсивність фотосинтезу, сприяють утворенню хлорофілу, позитивно впливають на вуглеводний та азотний обміни, підвищують стійкість рослин до грибних і бактеріальних захворювань. Під впливом Купруму збільшується вміст білка в зерні, цукру – в коренеплодах, жиру – в зерні олійних культур, крохмалю – в бульбах картоплі, цукру та аскорбінової кислоти – в плодах і ягодах.

Як мідні добрива використовують піритні недогарки, мідний купорос, іноді шлаки з низьким вмістом Купруму.

Піритні недогарки – промислові відходи сірчаноокислотного та мідноплавильного виробництва. Це важкий розсипчастий порошок темного кольору, що містить не менш як 0,25% Купруму, незначні кількості Цинку, Молібдену, Кобальту тощо. У воді не розчиняється, негігроскопічний. Купрум у піритних недогарках знаходиться у формі оксидів, сульфатів і сульфідів. Лише Купрум сульфат і частково Купрум сульфід водорозчинні й доступні для засвоєння рослинами. Оскільки це добриво містить велику кількість баласту, воно має лише місцеве значення. Перевезення його на значні відстані економічно не вигідне. Піритні недогарки вносять під час основного обробітку ґрунту з розрахунку 3-8 ц/га один раз на 4-5 років.

Сульфат міді (мідний купорос) $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ містить 23-24% Купруму. Це кристалічна сіль голубувато-синього кольору, добре розчинна у воді. Найчастіше мідний купорос використовують для передпосівного оброблення

насіння і позакореневого підживлення рослин (на 1 га посівів використовують 100-300 г Купрум сульфату, розчиненого в 300-500 л води). Для оброблення насіння беруть 0,5-1 кг препарату на 1 т насіння.

Мідно-калійне добриво містить 56–58% Калію і 1% Купруму. Насамперед його використовують на осушених торф'яно-болотних ґрунтах.

Вміст **цинку** в рослинах становить 15-60 мг/кг сухої речовини. Він активує дію ферментів, входить до складу ферментативних систем, що беруть участь у диханні, синтезі білків та ауксинів, підвищує тепло-, посухо- і холодостійкість рослин, відіграє важливу роль у регулюванні процесів росту. Винос Цинку з урожаєм польових культур коливається від 50 г до 2 кг/га. Значну його кількість містять часник, цибуля, листки мальви, однак його вкрай мало у фруктах, моркві, капусті.

Найчутливіші до нестачі Цинку плодови й цитрусові культури, виноград, кукурудза, хміль, соя, льон, помідор, часник, сорго, бобові; менш чутливі – буряк, соняшник, конюшина, цибуля, картопля, капуста, огірок, ягідники; майже нечутливі – овес, жито, пшениця, ячмінь, морква. Особливо велике значення має Цинк для розвитку рису, що пов'язано зі специфікою вирощування цієї культури.

Як цинкові добрива застосовують сульфат цинку, цинковмісні відходи мідеплавильних заводів.

Цинк сульфат $ZnSO_4 \cdot 5H_2O$ – сірувато-білий кристалічний порошок, розчинний у воді, містить близько 22% засвоюваного рослинами Цинку. Застосовують для передпосівного оброблення насіння і позакореневого підживлення рослин. На 1 т насіння використовують 60-80 л 0,05-0,1 %-го розчину солі.

Кобальт позитивно впливає на перебіг багатьох фізіологічних процесів у рослинах. У організмах тварин і людини він є складовою вітаміну B_{12} (кобаламіну), потрібного для нормальної діяльності травного каналу, сприяє фіксації молекулярного азоту бобовими культурами. В рослинах міститься від 0,01 до 0,60 мг Кобальту на 1 кг сухої речовини. Він підвищує активність ферментів, сприяє нормальному обміну речовин у рослинах, збільшує вміст хлорофілу, аскорбінової кислоти, білка, підвищує посухостійкість рослин. Найбільше його концентрується в генеративних органах, а також у бульбочках бобових культур.

Застосування кобальтових добрив на дерново-підзолистих ґрунтах підвищує врожайність пшениці озимої на 2-3 ц/га, капусти – на 40-50 ц/га, картоплі – на 5–20 ц/га.

Як кобальтові добрива використовують сульфат і хлорид кобальту, а також промислові відходи, що містять цей елемент.

Кобальт сульфат $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ – кристалічна сіль червоного кольору, добре розчинна у воді, містить 21% Кобальту.

Кобальт хлорид $CoCl_2$ – кристалічна сіль червоного або темно-рожевого кольору, містить 47 %Кобальту.

Молібден є незамінним металокомпонентом багатьох ферментів. Він бере участь у вуглеводному, азотному і фосфорному обмінах, синтезі вітамінів і хлорофілу, підвищує інтенсивність фотосинтезу, входить до складу ферменту нітроредуктази, за участю якого в рослинах нітрати відновлюються до аміаку. Важлива роль належить молібдену в процесах фіксації азоту з атмосфери бульбочковими і вільноіснуючими бактеріями.

Як молібденові добрива використовують його солі та різні відходи промисловості.

Амоній молібдат $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ – дрібнокристалічна сіль білого кольору, добре розчинна у воді, містить близько 50% Молібдену.

Відходи електролампової промисловості – це порошок, що містить 5–8% Молібдену.

Ферум – мікроелемент, який засвоюється рослинами у найбільшій кількості, тому його іноді відносять до макроелементів. Проте за фізіологічними функціями це типовий мікроелемент. Ферум відіграє провідну роль серед усіх металів, що є в рослинах. Це доводить, що воно міститься в тканинах рослин у більших кількостях, ніж інші метали. Воно не піддається процесу реутилізації, тому ефективним є листкове внесення. Ферум надходить у рослину у вигляді іонів Fe^{2+} і Fe^{3+} , а також у незначних кількостях у формі хелатних сполук. Основна кількість цього елемента зосереджена в білку хлоропластів.

Ферум є функціональною складовою частиною ферментативних систем рослин. Особливо важлива його роль в окисному й енергетичному обмінах, в утворенні хлорофілу.

Як залізні добрива використовують залізний купорос і хелати заліза.

Залізний купорос $FeSO_4 \cdot H_2O$ містить 47-53% Ферум сульфату. Це кристалічна речовина сірого кольору, часто з білим, іноді жовтим або бурим нальотом. Добриво добре розчиняється у воді.

Хелати Феруму – сполуки органічних речовин із Ферумом, що не поглинаються ґрунтом і легко засвоюються рослинами. У сільському господарстві застосовують комплекс Феруму з діетилентриамінпентаоцтовою (Fe-ДТПА) і поліетиленполіамінполіоцтовою (Fe-ПППА) кислотами. Це розчини темно-коричневого кольору густиною 1–1,3 г/см³. У препараті Fe-ДТПА антихлорозину міститься не менш як 10%, у Fe-ПППА – не менш як 7% ферумного комплексу.