

Державний вищий навчальний заклад
“Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”
Кафедра хімії

Затверджено на засіданні кафедри хімії
(протокол № 4 від “24” січня 2018 р.)

Методичні вказівки та інструкція
до виконання лабораторної роботи
з курсу “Хімія мінеральних добрив”

Лабораторна робота №1

**Властивості мінеральних добрив та їх
характеристика**

Підготувала доцент кафедри хімії, к.т.н. **Хацевич О. М.**

**Івано-Франківськ,
2018 р.**

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

1. Тема. Властивості мінеральних добрив та їх характеристика.

2. Мета: Навчитись розрізняти мінеральні добрива за їх зовнішніми ознаками і визначати за допомогою якісних реакцій.

3. Суть роботи

Мінеральні добрива на перший погляд досить подібні між собою, особливо при незадовільному їх зберіганні. Щоб запобігти помилкам, при визначенні назви добрив їх розрізняють за характерними для них зовнішніми ознаками, а також за допомогою найпростіших якісних реакцій.

4. Зміст роботи

Студенти одержують зразки добрив і самостійно визначають їх характерні ознаки. Оглядаючи добриво, визначають його колір, запах, гігроскопічність, форму і розмір часточок тощо. Всі ці ознаки зазначають у формі таблиці (1).

Користуючись підручниками і конспектами, студенти вивчають хімічний склад, основні властивості і особливості застосування кожного добрива.

Ознайомившись з основними принципами вивчення добрив за якісними реакціями, кожний студент практично їх виконує з відомими зразками добрив.

Розчинність у воді. Беруть 1-2 г добрива, переносять у пробірку, доливають 10 мл дистильованої води і добре збовтують.

За розчинністю добрива умовно поділяють на три групи: добре розчинні – всі азотні і калійні (крім калімагу) та деякі комплексні добрива (амофос, діамфос), малорозчинні (розчиняється менше половини взятого добрива) – суперфосфати, калімаг, нітрофос і нітрофоски тощо; нерозчинні – всі фосфорні (крім суперфосфатів) і вапняні добрива.

Випробування на розжареному вугіллі проводять з добре розчинними у воді добривами. При цьому на грудочку розжареного у полум'ї вугілля насипають з кінчика ножа добрива і спостерігають за швидкістю його згоряння, кольором полум'я і запахом. Калійні добрива при цьому залишаються без змін, не дають запаху, слабо потріскують. Амонійні та амідні добрива плавляться, димлять, виділяють аміак (сульфат амонію трохи

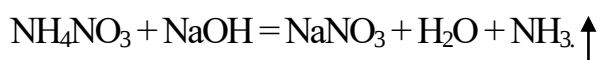
темніє з виділенням диму, сечовина на смак холодить і злегка гірчить), селітри спалахують, згоряють, виділяють аміак (NH_4NO_3), забарвлюють полум'я у фіолетовий (KNO_3) або жовтий (NaNO_3) колір.

Основні якісні реакції

Реакція на карбонати. В пробірку з невеликою кількістю добрива обережно додають кілька крапель HCl або CH_3COOH . При наявності в добриві карбонатів (вапняні добрива і томасшлак) відбувається бурхлива реакція з виділенням вуглекислого газу:



Реакція з лугами використовується для виявлення катіонів амонію в добриві. У пробірку з невеликою кількістю добрива (1-2 г) обережно доливають 2-3 мл розчину лугу (KOH або NaOH) і підігрівують. За наявності амонію в добриві відчувається запах аміаку:



Якісні реакції на катіони й аніони

Реакція на катіони NH_4^+ . У пробірку до 1-2 мл розчину добрива добавляють 2-3 краплі реактиву Несслера. За наявності катіонів амонію утворюється жовто-буре забарвлення.

Реакція на катіони K^+ . Наважку добрива (1г) прожарюють у маленькій фарфоровій чашці до розкладання амонійних солей, охолоджують, залишок розчиняють у невеликій кількості води і переносять у пробірку. Для осадження калію добавляють кілька крапель кобальтнітриту натрію. За наявності в добриві іонів калію випадає осад жовтого кольору.

Реакція на катіони Ca^{2+} . До 1 мл розчину добрива добавляють 2-3 краплі оксалату амонію $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$. За наявності в добриві іонів кальцію випадає білий осад.

Реакція на катіони Mg^{2+} . До розчину добрива доливають такий же об'єм 10%-го розчину хлориду амонію і стільки ж 25%-го розчину аміаку або розчину іншого лугу. При наявності каламуті розчин фільтрують. Потім краплями добавляють гідрофосфат натрію. На присутність катіонів Mg^{2+} у добриві вказує випадання білого кристалічного осаду.

Реакція на катіони Na^+ . Розчиняють 1 г добрива, доливають 2-1 мл насиченого розчину $\text{K}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$ і потирають скляною паличкою об стінки пробірки. За наявності катіонів натрію випадає білий кристалічний осад.

Реакція на аніон NO_3^- . Обережно наливають у пробірку 1-2 мл концентрованої H_2SO_4 , додавають кілька кристалів дифеніламіну і розчиняють їх. По стінці пробірки додають 1-2 краплі розчину добрива. За наявності в добриві іонів NO_3^- на межі двох рідин утворюється синє кільце.

Реакція на аніони Cl^- . У пробірку до 1-2 мл розчину добрива додають 1-2 краплі 10%-го розчину HNO_3 (для підкреслення розчину) і кілька крапель 1%-го розчину AgNO_3 . За наявності іонів хлору утворюється білий осад з голубуватим відтінком.

Реакція на аніони SO_4^{2-} . У пробірку з 1-2 мл розчину добрива додають кілька крапель 10%-го розчину BaCl_2 . За наявності в добриві сульфат-іонів випадає білий осад.

Реакція на аніони PO_4^{3-} . 1 г добрива розчиняють в 2-3 мл HNO_3 , доливають 2-3 мл 10%-го розчину молібдату амонію і підігрівують. За наявності фосфат-іонів випадає жовтий осад.

Реакція на біурет. Наважку 1 г добрива обережно під витяжкою розплавляють у пробірці і після охолодження розчиняють у воді. В пробірку додають 0,5 мл 10%-го лугу NaOH або KOH , перемішують і додають 1-2 краплі 10%-го розчину CuSO_4 . Якщо добривом є сечовина, то в пробірці появляється рожево-фіолетове забарвлення сполуки біурету з міддю.

Знаючи хімічні формули добрив і встановивши за якісними реакціями катіони і аніони, що входять до складу взятого для аналізу добрива, неважко визначити добриво.

Виконавши всі реакції з відомими зразками добрив, кожний студент одержує у викладача контрольні пробірки з добривами і визначає їх за зовнішніми ознаками та якісними реакціями на катіони й аніони. При цьому доцільно також користуватися схемою, та визначником мінеральних добрив (таблиці ДОДАТКУ).

5. Результати

Фізико-хімічні властивості студенти вписують у таблицю 4, що є в ДОДАТКАХ.

Таблиця 1

Визначник мінеральних добрив

Зовнішній вигляд	Розчинність у воді	Реакції			Добриво
		з лугом (NaOH)	з хлористим барієм (BaCl ₂)	з азотнокислим сріблом (Ag ₅ NO ₃)	
1	2	3	4	5	6
Біла речовина у вигляді кристалів або гранул	Добра	Запах аміаку	Змін немає	Змін немає	Аміачна селітра
Біла, сірувато-голуба або зеленувата кристалічна речовина	Добра	Запах аміаку	Білий осад	Те ж	Сульфат амонію
Біла або жовта кристалічна речовина	Добра	Аміак не виділяється	Змін немає	Те ж	Натрієва або кальцієва селітра
Біла тонко-кристалічна або гранульована речовина	Добра	Аміак не виділяється	Те ж	Те ж	Сечовина, карбамід
Біла або жовта кристалічна речовина	Добра	Запах аміаку	Те ж	Білий осад	Хлористий амоній
Біла або сірувата порошкоподібна гранульована речовина	Слабка	Аміак не виділяється	Розчин сильно мутний	Пожовтіння осаду	Суперфосфат
Темно-сірий землистий порошок	Не розчиняється	Те ж	Змін немає	Жовтий осад	Фосфоритне борошно
Тонкий білий або сіруватий порошок	Те ж	Те ж	Біла муть	Те ж	Преципітат
Темно-сірий важкий порошок	Те ж	Те ж	Змін немає	Те ж	Томасшлак

Продовження табл.

1	2	3	4	5	6
Біла кристалічна речовина	Добра	Те ж	Проявляється слабка муть	Білий осад	Хлористий калій
Сіра речовина з домішками	Добра	Аміак не виділяється	Проявляється слабка муть	Білий осад	Калійна сіль
Біла або кремова кристалічна речовина	Те ж	Те ж	Білий осад	Змін немає	Сірчано-кислий калій
Темно-сіра кристалічна речовина	Добре, але проявляється муть	Те ж	Те ж	Проявляється муть	Калімагnezія
Біла або сіра кристалічна речовина	Добре	Запах аміаку	Змін немає, слабка муть	Появляється мілкий жовтий осад	Амофос
Брудно-білий або сірий гранульований порошок	Повністю не розчиняється	Те ж	Білий осад	Те ж	Нітрофоска
Білий або жовтуватий порошок	Не розчиняється	При капанні на нього HCl - кипить	Змін немає	Змін немає	Вапно

ДОДАТКИ

АЗОТНІ ДОБРИВА

Азотні добрива добре розчинні у воді. Залежно від сполук, в яких міститься азот, азотні добрива поділяються на аміачні (NH_3), амонійні (NH_4^+), нітратні (NO_3^-), аміачно-нітратні (NH_4^+ , NO_3^-) і амідні (NH_2). До аміачних добрив належить безводний NH_3 і водний NH_4OH аміак, до амонійних - сульфат амонію $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ і хлористий амоній NH_4Cl , до нітратних - кальцієва селітра $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ і натрієва селітра NaNO_3 , до аміачно-нітратних - аміачна селітра NH_4NO_3 , до амідних - сечовина $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ціанамід кальцію CaCN_2 . На основі сечовини виробляють сечовинно-формальдегідні добрива, які є повільно діючими.

Таблиця 1

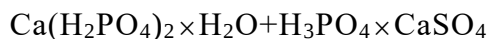
Азотні добрива та вимоги до їх якості

Добриво	Основна сполука	Вміст азоту (не менше), %	Домішки (не більше), %	Вміст вологи (не менше), %	Гранулометричний склад (гранул 1-4 мм не менше), %
1	2	3	4	5	6
Амонійні					
Сульфат амонію	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	20,8	Вільної H_2SO_4 0,025-0,050	0,3-0,6	90-95
Сульфат амонію-натрію	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ Na_2SO_4	17,5	H_2SO_4 -0,2	1,5	65
Амоній хлористий гранульований	NH_4Cl	25		1	90
Нітратні					
Натрієва селітра	NaNO_3	16,3	-	1	-
Кальцієва селітра	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 3\text{H}_2\text{O}$	17,5	NH_4NO_3 -4,7	14	-
Амонійно-нітратні					
Аміачна селітра	NH_4NO_3	34,0-34,6	P_2O_5 не менше 0,5	0,3	95
Вапняна аміачна селітра	NH_4NO_3 CaCO_3	20,5	-	-	-
Амідні					
Сечовина карбамід	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	46	Бірует-0,9	0,25	93
Рідкі					

Аміак рідкий	NH ₃	82	Заліза 2 мг/л	0,4	-
Аміачна вода	NH ₄ OH	20,5	СО-8 г/л	-	-

ФОСФОРНІ ДОБРИВА

За розчинністю фосфорні добрива поділяються на водорозчинні розчинні у слабких кислотах і важкорозчинні. До водорозчинних добрив належать суперфосфати.



Добрива, що розчиняються у слабких кислотах, поділяються на лимонно-розчинні й нітратно-розчинні. До нітратно-розчинних належать добрива, сполуки фосфору яких розчинні у розчинні цитрату амонію (реактив Петермана). До цитратно-розчинних добрив належать преципітат $\text{CaHPO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$. Добрива, сполуки фосфору яких розчинні у лимонній кислоті, називаються лимонно-розчинними. До таких добрив відносяться знефторений фосфат $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \times \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \times \text{CaO}$ і фосфатшлак ($4\text{CaO} \times \text{P}_2\text{O}_5$).

До важкорозчинних добрив, розчинних у концентрованих кислотах (соляній, азотній) відносять фосфоритне борошно $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Рослини добре засвоюють сполуки фосфору з водорозчинних добрив, а з добрив, розчинних у слабких кислотах сполуки фосфору вважають важкозасвоюваними.

Загальну фосфорну сполуку вилучають з фосфорних добрив, в тому числі з фосфоритного борошна, 20%-м розчином соляної кислоти або розбавленою – (1:2) азотною кислотою.

Кількісно вміст фосфору в добривах в перерахунку на P_2O_5 визначають гравіметричним, колориметричним та іншими способами. Для характеристики фосфорних добрив, крім сполук фосфору, визначають вологість, гранулометричний склад, тонину помелу та інші показники

При встановленні необхідної кількості добрив при внесенні суперфосфату, преципітату, фосфатшлаку, визначають вміст засвоюваних сполук фосфору.

Вимоги до якості фосфорних добрив подані в таблиці.

Таблиця 2

Фосфорні добрива та вимоги до їх якості

Добрива	Основна сполука	Вміст P_2O_5 (не менше), %	Домішки (не більше), %	Вміст воло- ги (не біль- ше), %	Грануло- метричний склад, %
1	2	3	4	5	6
Водорозчинні					
Суперфосфат звичайний порошко- подібний	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \times \text{H}_2\text{O}$	20	CaSO_4 - 50	12	-

Продовження таблиці 10

Суперфосфат гранульований	“	20	Вільної H_3PO_4 -5 H_3PO_4 -1-2,5	4	Гранул 1-4 мм не менше, як 90 мм
Суперфосфат подвійний гранульований	“	43-49	Вільної H_3PO_4 -2,5-5	4-5	Гранул 1-4 мм не менше, як 80 мм
Суперфосфат подвійний порошко-подібний	“	42	Вільної H_3PO_4 -5	9	-
Суперфосфат звичайний з бором (В-0,4%)	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \times \text{H}_2\text{O}$	20	-	-	-
Суперфосфат подвійний з бором (В-0,4%)	“	43	-	-	-
Розчинні в слабких кислотах					
Преципітат (з відходів виробництва желатини)	$\text{CaHPO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$	38	-	8	Часточки розміром не більше, як 5 мм
Преципітат	“	22	-	-	-
Мартенівський фосфатшлак	$4\text{CaO} \times \text{P}_2\text{O}_5$	10	-	2	Часточки розміром не більше, як 2 мм
Важкорозчинні					
Фосфорне борошно	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	20-29	-	1,5	Часточки розміром до 0,18 мм не менше, як 90%

КАЛІЙНІ ДОБРИВА

Існує дві форми калійних добрив: хлорна і безхлорна. До хлорних калійних добрив відносять хлористий калій, 40%-ну калійну сіль, калійно-магнісвий концентрат, каїніт, до безхлорних - сульфат калію, калімагнезію.

Калійні добрива добре розчинні у воді. При внесенні у ґрунт калійних добрив, калій поглинається ґрунтом, ґрунтовим вбирним комплексом, а іони хлору залишаються у ґрунтового розчині. Усі калійні добрива виробляють кристалічними або гранульованими. Вміст елементів живлення становить у хлористому калію 53-60,6% K_2O , сульфаті калію 45-47% K_2O , 40%-й калійній солі змішаній – 40%, каїніті – 9,5-10%, калімагнезії порошковидній ($\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Mg}_2\text{SO}_4$) – 8-10% MgO і 28-30% K_2O , калійно-магнісвому концентраті 17,5-19,5% K_2O .

Вимоги до якості калійних добрив подані в таблиці.

Таблиця 3

Калійні добрива та вимоги до їх якості

Добриво	Основна сполука	Вміст K_2O (не	Домішки (не більше), %	Вміст вологи	Гранулометричний склад, %
---------	-----------------	--------------------------------	------------------------	--------------	---------------------------

		менше), %		(не більше), %	Фракція 1 мм- 4 мм (не менше)	Фракція 1 мм (не більше)
Калій хлористий гранульований	KCl	57-60	-	1	-	-
Калій хлористий крупнокристалічний	KCl	53,7	-	1	90	5
Сульфат калію технічний	K ₂ SO ₄	48	-	0,5	Часточки розміром як 3 мм	
Калій сірчаноокислий	K ₂ SO ₄	46-50	-	0,3	-	-
Сіль калійна	KCl x NaCl	40	-	2	Часточки розміром як 8 мм	-
Хлоркалій-електроліт	KCl x MgCl ₂ x NaCl	31,6-45,5	-	4	90	-
Калімагnezія гранульована	K ₂ SO ₄ x Mg SO ₄	28	MgO не менше 9; іонів хлору 5	5	90	5
Калійно-магнієвий концентрат	K ₂ SO ₄ x 2MgSO ₄		MgO не менше 9; іонів хлору 20	5	80	10
Каїніт природній	KCl x Mg SO ₄ x 3H ₂ O	10	Na ₂ O-20-25; MgO-6,7; іонів хлору - 32-35	-	-	-

Таблиця 4

Фізико-хімічні властивості мінеральних добрив та їх використання

№ п/п	Добрива	Хімічна формула добрива	Вміст поживної речовини	Властивості: зовнішній вигляд, розчинність у воді, фізіологічна реакція, гігроскопічність та ін.	Норми, строки, способи внесення
1	2	3	4	5	6
I. Азотні добрива					
1	Натрієва селітра	Na NO ₃	15-16 N 26 Na		
2	Кальцієва селітра	Ca(NO ₃) ₂	13-15		
3	Сульфат амонію	(NH ₄) ₂ SO ₄	20,8-21		
4	Хлористий амоній	NH ₄ Cl	24-25		
5	Аміачна селітра	NH ₄ NO ₃	34,5-35		
6	Вапнякова аміачна селітра	NH ₄ NO ₃ + CaCO ₃	18-22		
7	Сечовина	CO(NH ₂) ₂	46		

	(карбамід)				
8	Безводний (рідкий аміак)	NH_3	82,3		
9	Аміак водний (аміачна вода)	$\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$	20,5-18 18-20,5		
II. Фосфорні добрива					
1	Суперфосфат гранульований	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 2CaSO_4	19-21		
2	Суперфосфат подвійний	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_3\text{PO}_4$	48-50		
3	Преципітат	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	38		
4	Томасшлак	$4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 + \text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{CaSiO}_3$	16-20		
5	Фосфоритне борошно	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	19-30		

Продовження табл.4

1	2	3	4	5	6
III. Калійні добрива					
1	Хлористий калій	KCl	57-60		
2	Сульфат калію	K_2SO_4	48-54		
3	Калійна змішана сіль	$(\text{mKCl} + \text{nNaCl}) + \text{KCl}$	40 K_2O 20 Na_2O 50 Cl		
4	Каїніт природний	$\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	9,5 K_2O 20-25 Na_2O 6-7 MgO 32-35 Cl		
6	Калімагnezія	$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	28-30		
7	Концентрат калійно-магнієвий	$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4$	18-20		
IV. Комплексні добрива					
1	Амофос (МАФ)	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	11-13 N 44-52 P_2O_5		
2	Діамофос (ДАФ)	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	18 N 46 P_2O_5		
3	Калійна селітра	KNO_3	13,8 N 46 K_2O		
4	Нітроамофос	$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	16-25 N 20-24 P_2O_5		
5	Нітроамофоска	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \cdot \text{KCl}$	13-17 N 17-19 P_2O_5 17-19 K_2O		
6	Нітрофос	$\text{CaHPO}_4 \cdot \text{NH}_4/3 \text{PO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{CaSO}_4$	24 N 14 P_2O_5		
7	Нітрофоска	$\text{CaHPO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_3\text{PO}_4\text{N} \cdot \text{NH}_4\text{Cl} \cdot \text{KNO}_3 \cdot \text{CaSO}_4$	11 N 10 P_2O_5 11 K_2O		

8	Карбоамофос гранульований	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_3\text{PO}_4$ або $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	25-33 N 17-33 P_2O_5		
9	Карбоамофоска	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_3\text{PO}_4$ або $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	17 N 17 P_2O_5 17 K_2O		

Продовження табл. 13

1	2	3	4	5	6
10	Метафосфат калію	$\text{K}(\text{PO}_3)_n$	57 P_2O_5 35 K_2O		
11	Рідкі комплексні добрива (РКД)	$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{NH}_3 +$ NH_4NO_3 або $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \dots + \text{KCl}$	10-11 N 34-37 P_2O_5 10-15 K_2O		
V. Вапняні добрива					
1	Вапняне борошно	CaCO_3 або $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	85-100		
2	Доломітове борошно	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	85-98		
3	Мергель	CaCO_3 інколи MgCO_3	25-75		
4	Крейда	CaCO_3	90-98		
5	Палене вапно	CaO	100		
6	Гашене вапно	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	75		
7	Дефекат	CaCO_3 з доміш- кою $\text{Ca}(\text{OH})_2$	до 75		
8	Вапняковий туф	CaCO_3	70-98		
VI. Мікродобрива					
1	Борна кислота	H_3BO_3	17,1-17,3		
2	Бор магнієве добриво	$\text{H}_3\text{BO}_3 \cdot \text{MgO}$	2-3 B 14 Mg		
3	Борнодотолітовебо рошно	H_3BO_3	1,5-3,0		
4	Бура	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	11		
5	Молибдат амонію	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ $\cdot 4\text{H}_2\text{O}$	50		
6	Сульфат міді (мідний купорос)	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	23-24		
7	Сульфат марганцю (сірчанокислий марганець)	$\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	32,5		
8	Марганізований гранульований суперфосфат	Суперфосфат + $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	1,5-2		
9	Сульфат цинку	$\text{ZnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	21-22		