



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ

ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«БОЯРСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ



з навчальної дисципліни Агрохімія
(Вивчення мінеральних добрив за зовнішніми
ознаками та якісними реакціями)

для здобувачів освіти спеціальності
201/Н1 «Агрономія»,
101/Е2 Екологія,
206/Н3 Садово-паркове господарство

Боярка - 2026

Укладачі:

ЄВПАК І.В. викладач агрономічних дисциплін, викладач-методист, кваліфікаційна категорія «спеціаліст вищої категорії», кандидат сільськогосподарських наук, Боярський ФК НУБіП України

МАНІШЕВСЬКА Н.М. викладач екологічних дисциплін, викладач-методист, кваліфікаційна категорія «спеціаліст вищої категорії», Боярський ФК НУБіП України

ПАВЛЮК С.Д. к.с-г.н., доцент кафедри екології агросфери та екологічного контролю НУБіП України

СЕМЕНКО Л.О. к.с-г.н., с.н.с., доцент кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна, НУБіП України

Рецензенти:

НОСЕНКО В., к.с-г.н., доцент кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. Шикули М. К. НУБіП України

ГРИЩЕНКО О. к.с-г.н., доцент кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна, НУБіП України

Євпак І.В., Манішевська Н.М., Павлюк С.Д., Семенко Л.О. Методичні вказівки з навчальної дисципліни Агрохімія на тему: «Вивчення мінеральних добрив за зовнішніми ознаками та якісними реакціями» для здобувачів ЗВО та ФПВО спеціальностей 201/Н1 Агрономія, 101/Е2 Екологія, 206/ НЗ Садово-паркове господарство – Боярка: БФК, 2026. – 66 с.

Зміст методичних вказівок відповідає навчальній програмі дисципліни «Агрохімія», розділ Мінеральні добрива. Може використовуватись для проведення лабораторного, практичного заняття, навчальної практики. Складається з характеристики показників мінеральних добрив, техніки безпеки під час роботи з мінеральними добривами, відбору проб мінеральних добрив, визначення мінеральних добрив за основними якісними реакціями. Закріплення матеріалу у вигляді різнорівневих тестових завдань, задач за розрахунком норм внесення добрив під сільськогосподарські культури.

Для викладачів, здобувачів вищої освіти ЗВО та ФПВО України з агрономічних, екологічних технічних спеціальностей

Рекомендовано вченою радою агробіологічного факультету
Протокол № 8 від «21 квітня» 2026 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Характерні показники мінеральних добрив.....	5
Класифікація мінеральних добрив.....	10
Азотні добрива.....	10
Техніка безпеки під час роботи з азотними добривами.....	16
Фосфорні добрива.....	17
Техніка безпеки під час роботи з фосфорними добривами.....	22
Калійні добрива	22
Техніка безпеки під час роботи з калійними добривами.....	27
Комплексні добрива.....	27
Мікродобрива.....	35
Відбір проб мінеральних добрив.....	43
Визначення мінеральних добрив за основними якісними реакціями.....	44
Закріплення матеріалу розділу мінеральні добрива.....	47
Використана література.....	70

ВСТУП

В сучасній аграрній справі мінеральні добрива - ключ до родючості ґрунту та високих врожаїв. Кожен агроном стикається з таким явищем, як виснаження ґрунту. Рослини забирають звідти корисні елементи, після чого родючість землі доводиться відновлювати.

Щоб розібратись, як підібрати мінеральні добрива, потрібно розуміти, що це таке. Хімічно вони є сполуками, що містять макро- та мікроелементи, необхідні для росту рослин. Різні формули використовуються для поліпшення родючості ґрунтів, збагачують його елементами живлення та стимулюють мікробіологічні процеси і забезпечують рослини усіма необхідними поживними речовинами, впливають на стійкість рослин до захворювань і несприятливих погодних умов. Єдність цих процесів академік Д. М. Прянишников виразив у вигляді трикутника, вершини якого відповідають основним об'єктам дослідження, які пов'язані між собою – рослина, ґрунт добриво,

Мінеральні добрива містять поживні речовини у вигляді різних мінеральних солей. Залежно від того, які поживні елементи містяться в них, добрива підрозділяють на прості і комплексні (складні). Прості (односторонні) добрива містять один який-небудь елемент живлення. До них відносяться фосфорні, азотні, калійні і мікродобрива. Комплексні (складні), або багатосторонні, добрива містять одночасно два або більше основних поживних елементів.

У ґрунтах зазвичай є всі необхідні рослині поживні елементи. Але часто окремих елементів буває недостатньо для задовільного росту рослин. Дефіцит призводить до втрати врожайності, тому додаткове харчування просто необхідне.

Важливо використовувати мінеральні добрива в межах певної системи землеробства із зазначенням норми, діапазону, частоти та способу використання. Вибір системи ґрунтується на агрохімічному аналізі ґрунту та результатах польових експериментів. Для активного росту листя необхідні азотні добрива. Під час підготовки до цвітіння і плодоношення важливі фосфор і калій.

Кислі ґрунти краще удобрювати добривами з нейтральним або лужним ефектом. Піщані ґрунти потребують регулярного підживлення, адже поживні речовини швидко вимиваються. Весною найкраще використовувати азотні добрива. Восени - фосфорні та калійні.

Отже, кожен аграрій знає: скільки «вкинеш» у землю, стільки з неї й отримаєш, тому добрива є важливою складовою сучасного рослинництва. Проте чи все ми робимо правильно та чи застосовуємо саме оптимальні підходи до мінерального живлення? Навіть досвідченим агрономам часто доводиться на власному досвіді переконуватись, що у знаннях та уявленнях про повноцінне мінеральне живлення є деякі «білі плями». Тож не зайвим буде ще раз нагадати про основи такого живлення та підходи до нього, які розробляють відомі науковці та втілюють досвідчені аграрії. Кожен агроном має ще й глибокі хімічні знання, застосування яких відбувається саме під час вибору добрив.

ХАРАКТЕРНІ ПОКАЗНИКИ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

I. Хімічний склад – елементи, необхідні для росту і розвитку рослин. Діюча речовина добрив визначає вміст основних елементів живлення. Кількісне відношення діючої речовини, винесеної з врожаєм, до внесеної в ґрунт з добривом, називається коефіцієнтом використання діючої речовини добрив. Діляться на:

- ✓ Макроелементи – містяться в ґрунті і рослинах з розрахунку на суху речовину від кількох цілих до сотих часток процента (азот, фосфор, калій, кальцій, магній, сірка). Азот, фосфор, калій – головні елементи живлення.
- ✓ Мікроелементи – містяться у рослинах і ґрунтах не перевищує тисячних часток процента.

За вмістом головним елементів живлення мінеральні добрива поділяються на однокомпонентні і комплексні.

Приклади формул мінеральних добрив

- **Складні добрива (NPK):**

15:15:15: Рівномірний склад, підходить для більшості культур і ґрунтів.

16:16:16: Схоже на 15:15:15, часто використовується для широкого спектру сільськогосподарських культур.

9:18:22: Спеціально розроблено для кислих ґрунтів, містить додаткові елементи, як-от кальцій та магній.

13:40:13: Добриво з високим вмістом фосфору (P).

- **Прості добрива:**

Аміачна селітра:

NH_4NO_3 , або (N:34,5 %);

Сечовина (карбамід):

$(NH_2)_2CO$, (N:46 %);

Калій хлористий:

KCl - (містить мінімум 60 %).

- **Комбіновані добрива:**

Амофос: $NH_4H_2PO_4$ (містить азот і фосфор).

- **Як зрозуміти формулу NPK**

Перша цифра (N) - відсоток азоту.

Друга цифра (P) - відсоток фосфору.

Третя цифра (K) - відсоток калію.

Решта відсотків (до 100%) припадає на допоміжні речовини, які також можуть включати мікроелементи (залізо, мідь, бор, цинк тощо).

Для кожного виду добрива є свої норми та рекомендації.

II. Показники якості мінеральних добрив:

Гігроскопічність – здатність добрив поглинати вологу з повітря. Найвищу гігроскопічну точку мають кальцієва та аміачна селітри (42,7-48,0%).

Злежуваність – властивості добрива утворювати агломерати різної величини та міцності. На злежуваність впливає: *вологість, гігроскопічність, розчинність, хімічний, гранулометричний склад, розмір та форма часток, механічна міцність, тривалість та метеорологічні умови зберігання*. Найбільше злежуються добрива із малою міцністю гранул.

Розсіюваність - здатність добрив надходити на дозуючі та розсіюючі пристрої машин, що визначається сипучістю та гранулометричним складом. Нерівномірність внесення не повинна перевищувати $\pm 25\%$

Міцність гранул характеризується динамічною, статистичною міцністю та міцністю на стирання.

Динамічна міцність визначається кількістю порушених гранул при скиданні їх з певної висоти на тверду поверхню.

Статистична міцність – міцність гранул при стисканні. Міцність гранул залежить від вологості, розміру, форми кристалів.

Показники якості мінеральних добрив включають:

1. Показник призначення.

1.1. Показник хімічного складу:

- масова частка елементів живлення, %;
- масова частка домішок, %.

1.2. Показник фізико-хімічних властивостей:

- рН середовища.

1.3. Показник фізико-механічних властивостей:

- гранулометричний склад, %;
- насипна щільність, кг/м^3 ;
- динамічна в'язкість.

2. Показник надійності.

2.1. Показник збереженості:

- гарантійний термін зберігання;
- гарантійний термін гомогенності суспендованих добрив;
- динамічна міцність гранул, %;
- статична міцність гранул, Мпа;
- температура кристалізації, $^{\circ}\text{C}$.

2.2. Показник відновлюваності:

- розсипчастість, %.

3. Показник однорідності хімічного складу та фізико-механічних властивостей добрив визначається середнім квадратичним відхиленням від норми.

4. Показник безпеки – ступінь пожежо- та вибухонебезпечності, токсичності, який визначає клас небезпеки, ГДК парів або пилу у повітрі робочої зони (мг/м^3), температуру самозаймання ($^{\circ}\text{C}$).

5. Показник екологічності – фізіологічна кислотність та фізіологічна лужність добрива.

6. Показник технологічності – вартість одиниці елемента живлення.

Головними показниками якості внесення добрив є дотримання заданих доз і співвідношення між елементами живлення, рівномірність розподілу їх по всьому полю.

Розрахунок норм внесення добрив

Поживна цінність визначається масовою часткою поживних елементів, які містяться у добривах. Тобто, у азотних - за вмістом азоту (N), у фосфорних - за масовою часткою оксиду фосфору P_2O_5 , у калійних - за вмістом оксиду калію K_2O .

Приклад 1:

Скільки кг/га потрібно внести в ґрунт аміачної селітри (NH_4NO_3 – 34 % N), якщо норма азоту 102 кг/га.

Розв'язок:

1 варіант

В 100 кг азотного добрива (N/д) - міститься 34 кг N

X кг азотного добрива (N/д) – 102 кг/га.,

$$X = \frac{100 \cdot 102}{34} = 300 \text{ кг азотного добрива } NH_4NO_3.$$

Використовуючи формулу, враховують рекомендовану норму внесення елемента та його відсотковий вміст у даному добриві:

$$Д = \frac{Н}{П} \cdot 100;$$

де: Н - норма внесення;

П - процентний вміст речовини;

Д - доза, яку можна внести.

2 варіант

$$Д = a:b,$$

де: Д – доза добрив у фізичній масі, ц/га;

a – доза добрив у діючій речовині, кг/га;

b – вміст діючої речовини в добриві, %.

$$Д = 102:34 = 3 \text{ ц./га.}$$

Відповідь: Для забезпечення ґрунту азотом потрібно внести аміачної селітри (NH_4NO_3) в кількості 300 кг або 3 ц/га.

Приклад 2:

Розрахувати кількість окремих добрив для виготовлення сумішей.

В основне удобрення, під буряк цукровий, потрібно внести $N_{90}P_{90}K_{90}$. На 1 га потрібно узяти:

- ✓ аміачної селітри (NH_4NO_3 – 34 %) - $90:34=2,6$ ц;
- ✓ гранульований суперфосфат ($Ca(H_2PO_4)_2$ – 19,5 %) - $90:19,5=4,6$ ц;
- ✓ хлористий калій (KCl – 58 %) - $90:58=1,6$ ц.

Тоді, загальна маса суміші добрив, становить:

$$2,6 + 4,6 + 1,6 = 8,8 \text{ ц.}$$

Під час розрахунків потреби у складних добривах (у суміші) обчислення ведуть за тим елементом живлення, вміст якого у добриві найбільший.

Приклад 3:

Перерахувати один вид добрива в інший.

30 ц/га сечовини $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ – 46 % N перерахувати в аміачну селітру NH_4NO_3 – 34 % N.

Розв'язок:

Потрібно кількість даного добрива помножити на відсотковий вміст елемента живлення в ньому і одержану величину поділити на відсотковий вміст елемента живлення в добриві, у яке перераховуємо:

$$\frac{30 \cdot 46}{34} = 40,5 \text{ ц/га } \text{NH}_4\text{NO}_3.$$

Відповідь: Після перерахунку одного добрива на інше потрібно внести 40,5 ц/га NH_4NO_3 .

III. Фізичний стан:

❖ Тверді:

- порошковидні добрива складаються з часточок розміром менше 1 мм;
- кристалічні добрива, кристали розміром більше 0,5 мм;
- гранульовані добрива добувають з допомогою методів пресування або структурного гранулювання і складаються з часток розміром 1-6 мм.

❖ Рідкі – розчини або суспензії елементів живлення у відповідних розчинниках.

IV. Характер дії на ґрунт і рослини:

- Фізіологічно кислі – при внесенні ґрунт підкислюється внаслідок переважного використання рослинами катіонів.
- Фізіологічно лужні – при внесенні реакція ґрунту зміщується в бік підлуження внаслідок використання рослинами аніонів.

V. Способи використання:

- Пряма дія добрива – дія протягом одного вегетаційного періоду;
- Післядія – дія добрив, внесених під попередник, на другий і наступні роки;
- Норма добрив – загальна кількість добрив, внесених під сільськогосподарські культури за період їх вирощування;
- Доза добрив – кількість добрив, внесених за один раз.

VI. Правила внесення мінеральних добрив:

Щоб не нашкодити рослинам і зібрати максимально високий урожай, необхідно:

- ✓ провести аналіз ґрунту на ділянці;
- ✓ врахувати кліматичні особливості;
- ✓ розрахувати дозу індивідуально під культуру;
- ✓ визначитися зі способами внесення;
- ✓ заготовити добрива та помістити в агротехніку;
- ✓ перевірити якість завантаження добрив.
- ❖ Поверхнєве внесення – розсів добрив з наступним загортанням або без загортання на пасовищах, сіножатях, посівах культур:

- ✓ Розкидне (суцільне) – розподілення добрив на поверхні ґрунту;
- ✓ Поверхнево-локальне – розміщення добрив концентрованими осередками, переважно у вигляді стрічок різної ширини.
- ❖ Внутрішньо-ґрунтове внесення – внесення з одночасним загортанням їх у ґрунт:
 - ✓ Суцільне – перемішування добрив з певним об'ємом ґрунту;
 - ✓ Локальне:
 - рядкове;
 - стрічкове (допосівне, припосівне, суцільний шар, локально-об'ємне);
 - підживлення (міжрядне, кореневе);
 - дрібне - внесення добрив протягом вегетаційного періоду;
 - періодичне – одночасне внесення кількох норм мінеральних добрив на два і більше років.

Фертигація – внесення добрив з поливною водою, проводять як до сівби, так і у вегетаційний період рослин. Добрива добре розчинні, без шламів, не викликають корозії. Використовують карбамід, амофос, хлористий калій, особливо ефективні рідкі комплексні добрива (РКД).

Процес краще проводити через 20 хвилин після початку поливу, коли потік води та тиск у лінії крапельного поливу стабілізуються. Проводити таку процедуру потрібно щонайменше 30 хвилин, а потім обов'язково промивати чистою водою теж не менше півгодини.

Максимально допустимі концентрації у поливній воді, %: азоту – 1; фосфору – 2; калію – 3. Найшкідливіми для рослин вважаються розчини добрив концентрацією до 0,3 % (3 г/л). В закритому ґрунті у поливній воді не повинні бути іони SO_4^{2-} і Na^+ , також домішки хлору, миш'яку, фтору тощо.

У суху і теплу погоду концентрація добрив повинна у 2 рази нижчою, ніж у вологу і прохолодну. Менш шкідливі для рослин малі краплини поливної води, ніж великі.

Рекомендується використовувати не більше 1-1,2 кг на 1000 л води, але точну норму та пропорцію розраховують індивідуально.

VII. Технологія внесення добрив – комплекс послідовних виробничих операцій. Види:

- *Безперевальна* (прямоточна) – добрива завантажують в автомобілі або тракторні причеми, транспортують до поля і вносять в ґрунт;
- *Перевантажувальна* – склади до поля розташовані на відстані 7-15 км. Добрива транспортують до поля і перевантажують у агрегати для внесення добрив;
- *Перевальна* – застосовується за сприятливих погодних умов при масовому завезенні добрив у господарство. Добрива вивантажують на спеціальні майданчики біля поля, звідки їх завантажують у тракторні машини і вносять у ґрунт.

КЛАСИФІКАЦІЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ



І. АЗОТНІ ДОБРИВА

(аміачні (амонійні), нітратні, аміачно-нітратні, амідні, аміакати (рідкі азотні добрива))

Речовини, що містять азот, який є критично важливим для росту рослин, стимулює утворення білків та підвищує врожайність.

З усіх типів азотні добрива впливають на діяльність ґрунтових мікроорганізмів. Після внесення 70 % маси добрива споживаються бактеріями і грибами, відбувається процес мобілізації, лише після їх розкладу азот використовується рослинами. Деякі добрива за властивостями закисляють ґрунт, інші покращувати мікрофлору.

Застосування залежить від типу ґрунту (піщаний, суглинистий), кислотності та потреб конкретної культури. Особливо ефективні на дерново-підзолистих ґрунтах, забезпечених достатньою кількістю вологи, сірих опідзолених і вилугуваних чорноземах, світло-каштанових ґрунтах та сіроземах.

Норми добрив встановлюють, враховуючи біологічні потреби рослин, забезпеченість ґрунту азотом. Визначаючи строки і способи внесення азотних добрив, потрібно враховувати форму азоту і наявність інших компонентів.

Вноситься навесні як основне удобрення, під час вегетації – підживлення (кореневе, позакореневе), фертигація.

1. Аміачні (амонійні)

містять азот в аміачній NH_3 , (амонійній NH_4^+) формах

Аміак рідкий NH_3 	Найбільш концентроване добриво, містить 82,3 % азоту і 17,7 % водню. Властивості: безбарвна рідина з характерним різким запахом, сильнодіюча отруйна речовина, викликає опіки, на повітрі бурхливо кипить і швидко випаровується, зберігають у спеціальних цистернах. На важко-середньо-суглинкових ґрунтах вносять на глибину 10-12 см. На легких ґрунтах глибина внесення не менше ніж 14-16 см, тому що добриво зберігається довше у вигляді NH_3, з поступовою втратою аміаку. Застосовують в основне удобрення під усі культури на всіх ґрунтах, для підживлення просапних культур: кукурудза, цукрові, кормові буряки, соняшник, плодові культури.
Аміак водний (аміачна вода) $\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ 	Більша частина добрива перебуває у вигляді аміаку NH_3, а частина – у вигляді гідроксид амонію NH_4OH. Вміст азоту: сорт перший – 25 % аміаку (20,5 % N), сорт другий – 20,5 % (16 % N). Властивості: прозора рідина, може мати жовтуватий колір, запах нашатирного спирту, замерзає при -56°C. Перевозять і зберігають у спеціальних цистернах і балонах. Вносять на легких ґрунтах на глибину 12-16, а на важких – 8-12 см. Використовують як основне удобрення, підживлення кукурудзи, коренеплодів, картоплі.
Сульфат амонію $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 	Сіль дрібнокристалічна, синтетичний сульфат амонію білого забарвлення, коксохімічний сульфат амонію крупно кристалічний, жовтуватого, червонуватого, сіруватого, забарвлення. Вміст азоту 20,5-21 %. Містить 24 % сірки, ефективно використовувати під культури, які потребують багато цього елемента. Властивості: фізіологічно кисле добриво, добре розчинна у воді, слабо-гігроскопічна, мало злежується під час зберігання, добре поглинається ґрунтом: ➤ на чорноземах утворюється гіпс (CaSO_4): $\text{ГПК}] \frac{\text{Ca}}{\text{Ca}} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = \text{ГПК}] \frac{2\text{NH}_4}{\text{Ca}} + \text{CaSO}_4.$ ➤ на підзолистих ґрунтах – сірчана кислота, яка негативно впливає на розвиток рослин і мікробіологічні процеси в ґрунті:

	$\text{ГПК}]H^+ + (NH_4)_2SO_4 = \text{ГПК}] NH_4^+ + H_2SO_4.$ Такі ґрунт потрібно вапнувати. Застосовують під усі культури в основне, припосівне удобрення і підживлення.
Хлористий амоній (NH₄Cl) 	Сіль дрібнокристалічна, білого, жовтого забарвлення. Вміст азоту 24-25 %. Властивості: добре розчинна у воді, малогігроскопічна, не злежується, добре розсівається, містить багато хлору. Фізіологічно кисле добриво, вносити восени під оранку як основне добриво для вимивання хлору за осінньо-зимовий період. Проте під озимі краще вносити рано навесні в підживлення. $\text{ГПК}] \frac{H}{Ca} + NH_4Cl = \text{ГПК}] \frac{NH_4}{Ca} + HCl$ Не можна вносити під картоплю, тютюн, виноград, конюшину, люпин, гречку, соняшник, льон, коноплі, цибулю, капусту, цитрусові і плодоягідні культури, тому що під впливом зменшується врожай і знижується його якість.
Сульфат амонію-натрію (NH₄)₂SO₄ + Na₂SO₄ 	Сіль кристалічна, біла, забарвлена домішками в жовтий колір. Вміст азоту 16 %, натрію 8 %. Властивості: добре розчинна у воді, слабкогігроскопічна, фізіологічно кисле добриво, за наявності натрію ґрунт підкислюється менше, ніж при сульфаті амонію. Рекомендується вносити під всі сільськогосподарські культури у основне, припосівне удобрення та в підживлення. На ґрунтах з низьким вмістом натрію використовують для удобрення цукрових буряків.

2. Нітратні добрива

містять азот в нітратній NO_3 формі

Натрієва селітра (чілійська селітра) NaNO_3 	Сіль дрібнокристалічна гіркувато-солонна. Вміст азоту – 15,5-16 % і натрію – 26 %. Властивості: фізіологічно лужне добриво білого, сіруватого або бурувато-жовтого забарвлення, гігроскопічна, при зберіганні злежується. Ефективне на кислих ґрунтах, але менш придатне на засолених ґрунтах і солонцях. На легких ґрунтах Полісся застосовують як рядкове удобрення, також для підживлення озимини і технічних культур. На важких ґрунтах застосовують і в основне удобрення. Добриво має особливе значення при вирощуванні цукрових і кормових буряків, льону, махорки за вмістом у селітрі натрію.
Кальцієва селітра (норвезька селітра) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 	Гранули (круглі і у формі лусок) білого, жовтуватого кольору. Вміст азоту 13-15 %. Властивості: фізіологічно лужне добриво, дуже гігроскопічне, сильно зволожується, розпливається і злежується. Зберігають у мішках з водонепроникного паперу в сухому приміщенні. Вносити потрібно безпосередньо перед сівбою, щоб елемент живлення не вимивався, також для підживлення озимини і технічних культур. Застосовують на кислих підзолистих ґрунтах.

3. Амонійно-нітратні добрива

містять азот в амонійній NH_4^+ і нітратній NO_3 формах

Аміачна селітра (нітрат амонію) NH_4NO_3 	Гранули або кристали розміром 2-4 мм. Вміст азоту 34-35 %. Властивості: фізіологічно слабокисле, швидкодіюче добриво, біле, жовте, червонувате забарвлення, висока гігроскопічність, злежується, добре розчинне у воді, також розчиняється в аміачній воді. Сухе добриво здатне нагріватися і вибухати. Вноситься як основне, передпосівне, рядкове удобрення і підживлення культур під час вегетації. Вносять під всі сільськогосподарські культури. Застосування добрив:
---	---

	на чорноземах не призводить до підкислення ґрунтового розчину: $\text{ГПК]Ca}^{2+} + 2\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{ГПК]}\frac{\text{NH}_4^+}{\text{NH}_4^+} + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2;$ на дерново-підзолистих ґрунтах проводять періодично вапнування: $\text{ГПК]H}^+ + \text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{ГПК] NH}_4^+ + \text{HNO}_3.$
Вапняково-аміачна селітра $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaCO}_3;$ $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{MgCO}_3$ 	Кальцієво-аміачна селітра, доломітово-аміачна селітра. Гранули або дрібнокристалічна речовина. Вміст азоту 18-23 %, 14-40 % карбонатів кальцію і магнію. Властивості: фізіологічно нейтральне добриво, дуже гігроскопічне, не злежується, добре розсіюється, ґрунт не підкислюється. Вноситься на всіх ґрунтах як основне, припосівне, рядкове удобрення, так і у підживлення. Використовують під усі сільськогосподарські культури, більш ефективно під кормові й цукрові буряки, озиму і яру пшеницю, кукурудзу, соняшник, капусту, цибулю, огірки, конюшину ніж аміачна селітра.

4. Амідні добрива

містять азот в амідній NH_2^+ формі

Сечовина (карбамід) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 	Гранули діаметром 1-3 мм або дрібні білі кристали. Вміст азоту 46 %. Властивості: концентроване добриво, біологічно кисле добриво, не злежується, добре розсіюється, добре розчинне, не викликає опіків у рослин і сприяє підвищенню білковості зерна. Зберігати у сухих приміщеннях. Застосовують на всіх ґрунтах і під усі сільськогосподарські культури. У ґрунті під дією мікроорганізмів, сечовина приєднує воду та утворює карбонат амонію: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ $\text{ГПК]}\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Ca}^{2+}} + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 = \text{ГПК]}\frac{\text{NH}_4}{\text{NH}_4} + \text{Ca CO}_3.$ Вносити в основне удобрення і у підживлення. При внесенні в рядки між добривом і насінням повинен бути прошарок ґрунту 3-4 см, тому що добрива при біохімічному гідролізі вивільняють аміак, який
--	--

	пригнічує молоді проростки. Під час внесення карбамід своєчасно загортають, тому що відбувається втрата аміаку (70 %). Доцільно вносити в умовах зрошуваного землеробства.
Ціанамід кальцію CaCN₂ 	Порошок тонкого помелу, чорне або темно-сіре забарвлення, запах гасу. Вміст азоту: хімічно чистий 34,9 %, перший сорт – 23 %, другий – 18 %. Властивості: фізіологічно лужне добриво, при сухому зберіганні не злежується, добре розсіюється, у вологому приміщенні поглинає з повітря пар і вуглекислий газ, що призводить до утворення диціандіамід – отруйну для рослин речовину. Застосовують на кислих дерново-підзолистих ґрунтах. Вносити восени під оранку. Навесні вносити за 7-8 днів до посіву, на торф'янистих, піщаних ґрунтах – за 12-15 днів. Не можна вносити в рядки під час сівби культур та підживлення. Як добриво застосовується мало.
Сечовино-формальдегідне добриво (карбамідформ) 	Порошок білого кольору. Вміст азоту 33-42 %, з них розчинний у воді – 3-10 %; решта 30-32 % нерозчинний, але доступний для рослин формі. Властивості: добриво повільної дії, малогіроскопічне, не злежується, добре розсіюється, не вимивається з ґрунту. Перспективне для районів достатнього та надмірного зволоження, в умовах зрошення. Забезпечує рослини протягом тривалого часу. Використовують під технічні культури (льон, бавовник, цукрові буряки).

5. Аміакати

Рідкі азотні добрива аміачної селітри або суміші сечовини і кальцієвої селітри в аміачній воді. Жовтуваті та безбарвні рідини із сильним запахом аміаку. Вміст азоту 30-45 %. Аміакати різняться за фізичними властивостями. Використовують для основного удобрення і підживлення. Краще вносити у кінці березня-на початку травня в нормі 50-100 кг/га. Амоній при цьому практично без втрат нітрифікуються до кінця червня. Перевозять і зберігають у цистернах, виготовлених з алюмінію або нержавіючої сталі.

Рідкі амонійні добрива. Вміст азоту - 20,5 %, карбаміду – 10 %.
Амонізований розчин нітрату кальцію. Вміст азоту – 9-13,5 %, нітрат кальцію – 35-53 %, нітрат амонію – 2-8 %, pH=7-10.
Карбамід-аміачна селітра (КАС). Суміш концентрованих водних розчинів карбаміду й аміачної селітри. Форми добрива: КАС-28, КАС-30, КАС- 32, pH=7-8. Зберігають у резервуарах, виготовлених зі спеціальної вуглецевої сталі. Використовують як основне (поверхневе, безпосередньо в ґрунт) внесення, некореневе підживлення зернових культур, кг/га: Перше підживлення – весняне відновлення вегетації N₃₀₋₆₀; Друге підживлення – фаза виходу в трубку N₃₀; Третє підживлення – фаза початку колосіння N₂₀. Проводити підживлення в ранкові години (при відсутності роси) і вечірні години, протягом дня – у похмуру прохолодну погоду. При температурі вище 20 °С і низькій відносній вологості повітря відбуваються опіки рослин. Розчини КАС використовують для виготовлення рідких комплексних добрив.

За ефективністю рідкі азотні добрива рівноцінні твердим. Щоб запобігти газоподібним втратам аміаку, рідкі добрива вносять на достатню глибину, а амонійні й амідні після поверхневого розприскування негайно заробляють у ґрунт. Ефективним є пізно-осіннє внесення при температурі ґрунту до 10-5 °С і пригнічення процесу нітрифікації. Більша частина азоту залишається у формі амонію в ґрунті, у зв'язку з мінімумом його втрати.

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З АЗОТНИМИ ДОБРИВАМИ

За токсичністю впливу на організм людини азотні добрива діляться на три групи:

Перша група

Найбільш небезпечна – *безводний аміак, аміачна вода, вуглеаміакати, ціанамід кальцію, сульфат амонію*. Якщо домішки роданіду амонію (NH₄CNS) присутні у сульфат амонію в кількості 1 % і більше, то добриво вважається отруйним.

Під час роботи потрібно мати спецодяг, захисні окуляри, протигаз. Якщо аміак потрапив на обличчя, слизову оболонку рота, носа, очі – потрібно змити сильним струменем води, за потреби надати медичну допомогу.

Взаємодія аміаку з повітрям вибухонебезпечне, тому забороняється палити. Наповнювати цистерни і бачки рідкими добривами потрібно не більше як на 90-93 %. Дуже обережно потрібно працювати з рідким (безводним) аміаком.

Друга група

Менш небезпечна – сечовина, кальцієва, натрієва й аміачна селітра. Під час роботи потрібно мати гумові рукавиці, захисні окуляри.

Аміачна селітра – вогне- і вибухонебезпечна речовина.

Третя група

Добрива не шкідливі для людини й тварин. При використанні не потрібно використовувати спеціальні засоби захисту. Належать – сульфат амонію-натрію, хлорид амонію.

II. ФОСФОРНІ ДОБРИВА

Мінеральні речовини, що містять фосфор для живлення рослин, стимулюють розвиток коренів, цвітіння та плодоношення.

Фосфор стимулює потужний розвиток кореневої системи, прискорює цвітіння та зав'язування плодів, збільшує вміст цукру та олії в них, підвищує стійкість до хвороб, посухи та низьких температур.

Застосовують під оранку важкорозчинні добрива (фосфоритне борошно) та водорозчинні (амофос), щоб до весни фосфор перейшов у доступні форми, навесні водорозчинні добрива (суперфосфат) вносять безпосередньо в ґрунт разом із насінням або перед посівом, при підживленні - водорозчинні добрива можна використовувати протягом вегетації.

Поділяються на: водорозчинні – легкодоступні для засвоєння рослинами, напіврозчинні цитратно-розчинні – менш доступні для засвоєння рослинами; важкорозчинні – погано розчинні в слабких кислотах – важкодоступні для засвоєння більшості сільськогосподарських культур.

1. Водорозчинні добрива

Легкодоступні для засвоєння рослинами (суперфосфати)

Суперфосфат простий (гранульований) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{CaSO}_4$ 	Гранули розміром 1-4 мм, темно-сірого або світло-сірого забарвлення. Вміст засвоєного фосфору (P_2O_5) – 19-21 %, Ca, S – 17-30 %. Властивості: добре розчинне у воді, не злежується, швидко переходить у важкорозчинні форми. Гранульована форма добрива знижує утворення в ґрунті важкодоступних для рослин заліза і фосфатів алюмінію. Це дозволяє використовувати добрива на ґрунтах з різною рН. Застосовують як основне, припосівне добриво, рядкове, підживлення сільськогосподарських культур (овочі, картопля, газон, ягідні і плодові, троянди, технічні культури та інші). Швидко і легко засвоюється рослинами.
--	--

	Суперфосфат небажано вносити в ґрунт одночасно з сечовиною, вапном, доломітовим борошном та аміачною селітрою. Після застосування цих добрив підгодовувати рослини суперфосфатом можна не раніше, ніж через тиждень.
Суперфосфат концентрований (подвійний, потрійний) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_3\text{PO}_4$ 	Концентрована форма водорозчинного добрива. Гранули розміром 1-4 мм. Вміст засвоєного фосфору (P_2O_5): Марка А – 48-50 %, Марка Б: сорт 1 – 45-47 %, сорт 2 – 42-44 %. Подвійний суперфосфат, що містить більше 50 % засвоюваного фосфору, називають потрійним. Властивості: не окислюється на повітрі, довго не псується у водному розчині, не злежується при зберіганні. Погано розчиняються у холодній, але легко розчиняється у теплій воді. Тому добриво розводять у м'якій, дощовій воді, за високої температури – краще окропу. Не вимивається атмосферними опадами. Використовують на різних видах ґрунтів, в основному дієвий на лужних і нейтральних, на кислих можуть з'явитися проблеми. Закисляють ґрунт, тому і необхідний контроль її рН. У кислих ґрунтах $5 < \text{pH} < 6,2$ менш ефективний. У сильнокислому ($\text{pH} < 5$) не діючі. Використовують для основного внесення восени або навесні, а також для підживлення різних сільськогосподарських культур, включаючи овочі, фрукти та зернові.
Суперфосфат збагачений Super FOS DAR 40 	Універсальне, концентроване фосфорне добриво. Гранули розміром 2-5 мм. Вміст елементів: P_2O_5 - 40 % розчинного в мінеральних кислотах; P_2O_5 - 25% розчинного в нейтральному розчині цитрату і у воді; CaO - 10% - оксид кальцію, розчинний у воді; SO_3 – 5 %. мікроелементи (В, Со, Сu, Fe, Mn, Мо, Zn) доповнення добрива. До його складу, крім фосфору, також входить сірка. Добриво призначене для рослин, які вимагають певного запасу фосфору, кальцію і сірки, до них належать: ріпак озимий і яровий, ячмінь, гірчиця, капуста, бобові (люцерна, конюшина), а також інші види рослин, наприклад, зернові, кукурудза, картопля, буряк.

	Завдяки високому вмісту фосфору дуже підходить для використання під рослини, вдобрені гноєм, який завжди має недостатню кількість фосфору по відношенню до калію. Добриво підходить до всіх типів ґрунтів, незалежно від ступеня кислотності, як основне та передпосівне удобрення. Посів розпочинають через 3-5 днів після внесення добрива.
Суперфосфат амонізований $\text{CaHPO}_4 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 +$  CaSO₄	Універсальне концентроване гранульоване комплексне добриво, білувато-сірого забарвлення. Містить 6 % амонійного азоту, 36 % загального фосфору, у тому числі 92 % у засвоєній формі і 70-80 % у водорозчинній формі, сірка – 20 %. Властивості: не злежується, має 100% розсипчастість, добре розчине у воді, не гігроскопічний, має вирівняний гранулометричний склад, не пилить, фізіологічно слабокислий, не токсичний. Завдяки фізіологічній кислотності, добре зарекомендувало на ґрунтах, насичених основами (чорноземи, каштанові). Використовують для основного внесення в ґрунт або як припосівне добриво під усі сільськогосподарські культури для стимулювання розвитку кореневої системи та прискорення дозрівання плодів.

2. Напіврозчинні добрива

Менш доступні для засвоєння рослинами (преципітат, томасшлак, фосфатшлак, знефторені фосфати тощо)

Преципітат $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 	Порошкоподібне концентроване добриво білого або світло-сірого забарвлення. Вміст фосфору 27-46 %. Властивості: мало розчинне, не гігроскопічне, не злежується, добре розсипається. Ефективне на кислих ґрунтах. Використовують як основне удобрення, для припосівного і підживлення не рекомендується. Можна вносити під усі сільськогосподарські культури.
Томасшлак	Важкий порошок темно-сірого або чорного забарвлення. Вміст фосфору 8-18 % P_2O_5. Чистий продукт – 38,77 % P_2O_5, 61,23 % CaO, також містить силікат кальцію, сполуки заліза та алюмінію, мікроелементи (марганець, молібден, ванадій тощо).

$4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 + \text{CaSiO}_3$ або $\text{Ca}_4\text{P}_2\text{O}_9$ 	Властивості: лужна реакція ($\text{pH}=8-9$), з добрими фізичними властивостями. Використовують як основне удобрення. Ефективний на кислих підзолистих ґрунтах. Можна вносити під усі сільськогосподарські культури. Використовують для приготування компостів. Не можна змішувати з аміачними формами азотних добрив.
Фосфатшлак або мартенівський шлак $4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 + \text{CaSiO}_3$ 	Тонкорозмелений порошок темно-сірого забарвлення. Загальний вміст P_2O_5 – 14-16 %, у тому числі 8-12 % цитратно-розчинного, який засвоюється рослинами, водорозчинний фосфор відсутній. У склад добрива входять оксид кальцію (25-30 %), магній (7-9 %) та інші елементи. Властивості: лужна реакція. Не можна змішувати з аміачними формами азотних добрив. Вноситься в основне удобрення на дерново-підзолистих, сірих лісових та інших ґрунтах з підвищеною кислотністю. Використовують для приготування компостів.
Знефторений фосфат $\text{Ca}_4\text{P}_2\text{O}_9 \cdot \text{CaSiO}_3$ 	Тонкорозмелений порошок, світло-сірого забарвлення. Вміст фосфору – 25-28 %. Властивості: не злежується, не гігроскопічний, добре розсіюється. Сприяє розвитку кореневої системи, покращує якість плодів, підвищує стійкість до хвороб. Недоцільно вносити в рядки під час сівби та в підживлення. Ефективно на кислих ґрунтах. Добре засвоюється, підходить для крапельного зрошення (фертигація), картоплі, овочів, культур чутливих до хлору.

3. Нерозчинні у воді і погано розчинні в слабких кислотах

Фосфоритне борошно, кісткове борошно, віваніт

Фосфоритне борошно	Порошок сірого, темно-сірого або коричневого забарвлення. Вміст фосфору, сорт %: вищий – не менше 30, I = 25, II – 22, III – 19, IV – 16-18, $\text{pH}=7,2-8,1$. Властивості: не гігроскопічне, не злежується, добре розсівається, пилить, змішують з усіма видами органічних і мінеральних добрив, важкорозчинне, слабкодоступне для рослин, під дією кислот ґрунтового розчину переходить для рослин у доступні форми.
----------------------------------	---

$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6[(\text{OH},\text{F})]$, містить фосфор у вигляді $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 	Добриво ефективне під такі культури, як: гречка, гірчиця, бобові (люпин, горох, еспарцет). Вноситься як основне удобрення восени на кислих ґрунтах, не придатне для припосівного використання та підживлення,
Кісткове борошно   	Порошок при розмелюванні обезжирених тваринних кісток. Крім фосфору, кісткове борошно містить кальцій, магній та інші мікроелементи, що впливають на підвищення родючості ґрунту та підтримують здоров'я рослин. Майже не застосовують, як добриво, але використовують у вигляді добавки в тваринництві. Вміст фосфору, кальцію, азоту: біле – 30 % P_2O_5, 38 % CaO, 1 % N. чорне – 12-15 % P_2O_5, 3-5 % N. В залежності від процесу обробки та складу, кісткове борошно поділяється на три види. Сире кісткове борошно - натуральне, мінімально оброблене добриво з високим вмістом органічних речовин. Термічно оброблене кісткове борошно - містить більше доступного фосфору завдяки термічній обробці, що підвищує його ефективність. Рибне кісткове борошно - виготовляється з кісток морських тварин, багате на мікроелементи, такі як йод. За властивостями та застосуванням подібне до фосфоритного борошна.
Вівіаніт (болотна руда)  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Забарвлення буро-сіре або синювате внаслідок великої кількості та становить вміст 20-25 % P_2O_5. У чистому вигляді вміст фосфору – 28,3 % P_2O_5, зустрічається- дуже рідко, найчастіше у торф'яних болотах. Аморфний порошок, у воді не розчинний. Використовується для виготовлення торфокомпостів. Після висушування застосовують на кислих ґрунтах, особливо на підзолистих, сірих лісових і вилужених чорноземах. Після внесення добриво добре розпушується та розсіюється. Вапнування посилює його дію. Вносити у основне удобрення під оранку.

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З ФОСФОРНИМИ ДОБРИВАМИ

За токсичністю добрива поділяються на три групи:

Перша група

Під час роботи з добривами потрібно користуватися захисними окулярами і респіраторами. Добрива – *фосфатилак, фосфоритне борошно, знефторений фосфат, преципітат*. Особливо небезпечний фосфатшлак, який викликає отруєння людей і тварин.

Друга група

Під час роботи користуються захисними окулярами і респіраторами або протигазами. *Порошковидний суперфосфат*, під час зберігання виділяє шкідливі гази, тощо що містить 5 % вільної фосфорної кислоти, сірчану кислоту, які роз'їдають взуття, одяг, подразнюють слизову оболонку рота, носа, очей.

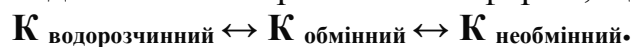
Третя група

Під час роботи не застосовують спеціальні засоби захисту, добрива не впливають шкідливо на організм людини і тварини. Добрива – *гранульований і подвійний гранульований суперфосфат*.

ІІІ. КАЛІЙНІ ДОБРИВА

В ґрунтах вміст калію коливається від 0,1 до 3,4 % і перебуває у формах: *водорозчинний калій* – калій легкорозчинних солей мінеральних і органічних кислот, мінералів; *обмінний калій* – основний показник забезпеченості ґрунту доступним калієм для рослин; *необмінний калій* – половина валового вмісту калію, який поступово перетворюється в обмінні форми; *калій органічних речовин* – кількість калію незначна, переважає у верхніх шарах ґрунту у складі живої біомаси та при мінералізації швидко переходить у ґрунтовий розчин; *калій мінерального скелету* – повільно перетворюється в обмінну і розчинну форми, тому немає особливого значення в живленні рослин.

Джерелом калію для живлення рослин є всі форми, що містяться в ґрунті:



Калій - один з трьох основних елементів живлення рослин, необхідний для високого врожаю та якості продукції. Калій поліпшує стійкість культур до повітряної посухи, хвороб, шкідників, забезпечує транспорт продуктів фотосинтезу з вегетативних органів до органів плодоношення. Засвоєння калію рослинами протягом вегетації залежить від біологічних особливостей. Зернові культури найбільше засвоюють калій у період виходу в трубку-колосіння, льон – цвітіння, картопля і цукрові буряки – найбільшого приросту біомаси. На відміну від інших елементів, він виноситься із врожаєм у невеликій кількості, оскільки переважно зосереджений у соломі та інших пожнивних рештках культур.

Певна частина калію втрачається в результаті вимивання з ґрунту, внаслідок водної і вітрової ерозії.

Використовувати після аналізу ґрунту, щоб уникнути надлишку, особливо хлору. Не рекомендується на солонцях, найефективніші на легких дерново-підзолистих ґрунтах, на осушених торф'яниках, на сірих лісових ґрунтах і чорноземах вилужених. Практично всі калійні добрива підкислюють ґрунт, тому на кислих ґрунтах їх застосування поєднують з вапнуванням.

Застосовують часто восени під основний обробіток ґрунту, навесні під час передпосівного обробітку ґрунту, ефективно рядкове внесення.

За вмістом поживних речовин калійні добрива поділяють на *прості (сірі)* й *концентровані*.

1. Прості калійні добрива

містять до 30 % калію (K_2O), сильвініт, каїніт, карналіт, калімаг, калімагнезія, полігаліт, лангбейніт

Сильвініт $KCl + NaCl$ 	Крупнокристалічна сіль, рожево-бурого забарвлення з окремими червоними кристалами. Містить два компоненти: (KCl) і галіт ($NaCl$). Вміст калію 12-18 %. Властивості: малогігроскопічне, добре розсіюється, при зберіганні злежується, містить багато хлору, який негативно впливає на процеси нітрифікації у ґрунті. Ефективно використовувати на чорноземах глибоких і вилугуваних для цукрових і кормових буряків. Не застосовують під картоплю, тютюн, гречку, махорку, виноград, люпин.
Каїніт $KMgCl[SO_4] \cdot 3H_2O$ 	Крупнокристалічна сіль, забарвлення біле, сіре, рожеві кристали. Вміст калію 10-12 %. Властивості: малогігроскопічне, добре розсіюється, але при зволоженому повітрі злежується, містить багато хлору. Використовують для удобрення цукрових і кормових буряків на чорноземних ґрунтах під основний обробіток.
Карналіт $KMgCl_3 \cdot 6H_2O$   	Не є найпоширенішим добривом, подвійна сіль, його використовують для виробництва високоякісних калійно-магнієвих добрив, що постачають рослинам ці життєво важливі макроелементи. Подвійна сіль, що містить хлориди калію та магнію. Вміст калію 13-16 %, невелику кількість бром, бору, йоду та інші мікроелементи. Містить багато хлору. Властивості: червонувате, білувате, жовтувате залежно від домішок забарвлення, дуже гігроскопічне, має пекучий гірко-солоний смак, має погані фізичні властивості. Як добриво майже не застосовується, у зв'язку з великим вмістом хлору, але використовується для виробництва концентрованих калійних добрив.

Калімаг $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ 	Гранули сірого кольору. Вміст калію 18-20 %, магнію 8-9 %, хлору – до 8 %. Властивості: задовільні фізичні, негігроскопічне, не злежується, розчиняється у воді з поступовим утворенням осаду. Застосовують на легких дерново-підзолистих ґрунтах, високоефективні для культур, що негативно реагують на хлор.
Калімагнезія $K_2SO_4 \cdot MgSO_4$ 	Спресовані гранули неправильної форми білого кольору, інколи з рожевим або сірим відтінком. Вміст калію – 28 %, магнію – 8 %. Властивості: не гігроскопічне, не злежується, добре розсіюється, добре розчиняється з наявністю в складі розчинних у воді солей – сірчано-кислого калію і сульфату магнію. Застосовують на всіх ґрунтах і під усі культури, особливо для картоплі, овочів.
Полігаліт $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$ 	Безбарвний, білий, червоний, рожевий. Вміст калію – 12-14,5 %, домішки літію, марганцю, міді та інші макро- та мікроелементи. Властивості: негігроскопічне, не злежуються під час зберігання. Ефективне для застосування під картоплю, льон, буряки та інші культури. Цінне добриво на ґрунтах легкого гранулометричного складу.
Лангбейніт $K_2Mg_2[SO_4]_3$  	Безбарвний, прозорий, іноді жовтуватий, рожевуватий, червонуватий, фіолетовий або сірий. Містить: K_2O - 22,70 %; MgO - 19,42 %; SO_3 - 57,88 %. Часто Mg заміщується Ca. За властивостями і дією на рослини добрива схожі на полігаліт, але не дуже поширені. Повільно розчиняється, забезпечуючи тривале живлення; нейтралізує кислотність ґрунту. Покращує структуру ґрунту та забезпечує довготривалий ефект, особливо корисне для регіонів із дефіцитом магнію та сірки. Особливо корисний для культур, чутливих до хлору, і на легких ґрунтах, ідеальний для картоплі, винограду, бобових, овочів і плодових дерев, оскільки містить мало хлоридів (до 3-15%). Підвищує стійкість рослин до посухи, покращує якість урожаю та розвиток кореневої системи.

2. Концентровані добрива

містять понад 30 % калію (K_2O), хлорид калію, сульфат калію, 30- і 40 % - ві калійні солі, калій-електроліт, поташ.

Калій хлористий KCl 	Дрібнокристалічний порошок або гранули неправильної форми сірувато-білого з відтінками червоно-бурого забарвлення. Найбільш концентроване добриво. Вміст калію 56-62 %. Властивості: фізіологічно кисле добриво, вміст хлору у 4-5 разів менший, ніж у сильвінітів. При внесенні у ґрунт швидко розчиняється і вступає в реакції обміну: $[ГПК]Н^{+} + KCl \leftrightarrow [ГПК]K^{+} + HCl;$ $[ГПК]Ca^{2+} + 2 KCl \leftrightarrow [ГПК]\frac{K^{+}}{K^{+}} + CaCl_2.$ Застосовують на всіх ґрунтах і під усі культури, як основне, передпосівне удобрення, підживлення. Для зменшення негативної дії хлору добриво вносять восени під час основного обробітку ґрунту. Особливо під картоплю, льон, виноград, також можна вносити в рядки під цукрові буряки і кукурудзу.
Сульфат калію K₂SO₄ 	Дрібнокристалічний порошок білого кольору з жовтим відтінком. Вміст калію 48-54 %. Властивості: фізіологічно кисле добриво, негігроскопічне, не злежується, добре розчиняється у воді, добре розсіюється. Можна застосовувати на всіх ґрунтах і під усі культури. Особливо цінне добриво для культур, які чутливі до хлору: картопля, гречка, тютюн, виноград, багаторічні трави тощо. Широко застосовують в овочівництві, особливо в закритому ґрунті та у плодівництві.
30-40 % калійна сіль KCl+NaCl 	Дрібні і середні за розміром кристали білого, сірого червонуватого забарвлення. Вміст калію – 30-40 %, натрію близько 20 %, хлору – 50 %. Властивості: малогігроскопічне, добре розчиняється у воді, при тривалому зберіганні злежується. Доцільно вносити під буряки, зернові культури, кукурудзу, моркву, овочеві культури родини хрестоцвітих: капуста, помідори, редиска, турнепс тощо. Для культур, чутливих до вмісту хлору, менш придатне.
Калій-електроліт	Одержують з карналіту під час виробництва магнеїю. Крупнозернистий порошок або гранули з жовтим,

KCl MgCl₂ 	сірим відтінком. Вміст калію 30-42 %, магнію – 6-8 % і до 50 % хлору. Властивості: сильно порошиться, не злежується (містить вологи не більше 4 %), упаковується в паперові мішки, або перевозиться насипом. Застосовують як джерело калію і магнію для рослин, особливо ефективно на бідних магнієм ґрунтах, легких за гранулометричним складом. Його відрізняють від звичайного хлориду калію (KCl) наявністю магнію та натрію. Вноситься як основне добриво під різні сільськогосподарські культури.
Поташ (карбонат калію) K₂CO₃ 	Біла кристалічна речовина Вміст калію – 55-60 %. Властивості: малотоксична сполука, сильнолужна реакція, дуже гігроскопічне, добре розчиняється у воді, погано розсівається. Для поліпшення фізичних властивостей змішують з торфом у співвідношенні 1:1. Рекомендується на кислих ґрунтах і під культури, які до нього чутливі, зокрема картоплю, овочі, льон, тютюн, гречку, виноград. Покращує структуру ґрунту, водо- та повітропроникність. Зміцнює тканини рослин, підвищує стійкість до хвороб, шкідників і стресових умов (посуха, заморозки).
Попіл K₂CO₃ 	Калійно-фосфорно-вапняне місцеве добриво. Калій перебуває у формі поташу, містить усі необхідні зольні елементи. Вміст калію коливається від 10 до 38 %, найменше з торфу і кам'яного вугілля – 0,5-1,2 і 0,12 %. Використовують під усі культури на всіх ґрунтах, особливо на кислих піщаних, супіщаних ґрунтах і торфовищах, які мають підвищену кислотність, крім солонців, солончаків та солодів. Зберігати у сухих закритих приміщеннях. На відкритому повітрі з нього вимивається опадами K₂CO₃, тоді дане добриво є вапняно-фосфорним (одзол).

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З КАЛІЙНИМИ ДОБРИВАМИ

Калійні добрива не шкідливі для людини, за винятком хлор-калійного електроліту і калійно-магнієвого концентрату (подразнення слизових оболонок носа, рота й очей, при потраплянні в дихальні шляхи – кашель, кровотеча з носа і горла).

Основні правила безпеки:

- **Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):** Обов'язково носити захисні рукавички, окуляри (від пилу), респіратор (захист органів дихання від пилу).
- **Погодні умови:** Вносити добрива у безвітряну або слабовітряну погоду (вранці/ввечері) для запобігання розпиленню.
- **Гігієна:** Заборонено їсти, пити, палити під час роботи. Після завершення - ретельно вимити руки з милом.
- **Контакт зі шкірою/очима:** Негайно промити великою кількістю води; при потребі звернутися до лікаря.
- **Зберігання:** Зберігати у герметичній тарі, у сухих приміщеннях; розсипані/пролиті добрива негайно прибирати.

IV. КОМПЛЕКСНІ ДОБРИВА

Мінеральні суміші, що містять два або більше основних елементи живлення (азот, фосфор, калій) та часто мікроелементи, забезпечуючи рослинам збалансоване харчування для кращого росту, розвитку та підвищення врожайності.

Ці добрива поділяють на чотири групи:

- змішані (механічна суміш простих добрив);
- складні (в кожній молекулі хімічної сполуки міститься два або три елементи живлення);
- комбіновані (в гранулі міститься два або три елементи живлення);
- рідкі (РКД) і суспендовані (СРКД).

1. Складні добрива

В кожній молекулі хімічної сполуки міститься два або три елементи живлення: калієва селітра, амофос, діамфос тощо

Калієва селітра KNO_3



Біла кристалічна речовина. Вміст калію – 46 %, азоту – 13,8 %.

Властивості: фізіологічно нейтральне, не злежується, добре розсіюється, негігроскопічне. Добриво добрий компонент для приготування змішаних добрив.

Використовується в овочівництві, під культури, чутливі до вмісту хлору. Доцільно вносити під льон, цитрусові, виноград і плодово-ягідні культури.

Особливо ефективно при підживленні.

Амофос (МАФ) (дигідрофосфат амонію) $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 	Залежно від виду сировини амофос виробляють двох марок: марка А (апатитова сировина) – 11-13 % азоту, 44-52 % фосфору; марка Б – (фосфоритна сировина) – 9-12 % азоту, 41-44 % фосфору у вигляді гранул. Добриво містить азоту у 3,5 раз менше, ніж калію, тому додають азотні й фосфорні добрива, щоб вирівняти співвідношення між азотом, фосфором і калієм. Властивості: біологічно кисле, добрі фізико-хімічні та механічні властивості, застосовують для приготування сумішей і зменшення гігроскопічності інших добрив. Застосовують як основне, припосівне (в рядки) добриво. Можна вносити під чутливі до хлору культури.
Діамофос (ДАФ) (гідрофосфат амонію) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 	Вміст елементів живлення при використанні апатитів становить азоту – 18 %, фосфору – 50 %; з фосфоритів – азоту – 16-17 %, фосфору – 41-42 %, добриво гранульоване. Властивості: біологічно кисле, концентроване добриво, розчинне у воді, добрі фізичні властивості, добре зберігається, добре змішується з усіма добривами. Використовують на всіх ґрунтах, особливо на чорноземах. Способи внесення: основне удобрення під цукрові буряки, картоплю, овочеві й зернові культури, також перед сівбою, в рядки, гнізда, підживлення.
Фосфат-магнію-амонію $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 	Вміст: азоту – 8 %, фосфору – 40 %, магнію – 17 %. Властивості: не розчиняється у воді, повільнодіюче добриво, не вимивається з ґрунту, не підвищує концентрацію ґрунтового розчину. При використанні додають просте калійне добриво. Застосовують на піщаних, супіщаних ґрунтах під усі культури, особливо під картоплю, овочеві культури, коренеплоди в основне удобрення та на зрошувальних землях..

2. Змішані добрива

Механічні суміші одержують без істотних хімічних перетворень компонентів, вони підрозділяються на *порошкоподібні* і *гранульовані*.

Перевага гранульованих сухих сумішей полягає в тому, що виробництво їх можливе з будь-яким співвідношенням поживних речовин. Одне з головних вимог до гранульованих сумішей це одержання добре сипучих добрив, які не злежуються та придатні до механізованого розсіву.

Сухе змішування добрив - найбільш доступний, простий і економічний метод одержання комплексних добрив.

У процесі приготування і зберігання компоненти змішаного добрива здатні виявляти високу реакційну здатність і вступати в хімічну взаємодію. У зв'язку з цим при приготуванні сумішей потрібно вибирати добрива, враховуючи їх можливу взаємодію. Для приготування сумішей звичайно використовуються наступні добрива: сечовина, аміачна селітра, подвійний і простий суперфосфат, амофос, хлористий калій. Фізичні властивості змішаних добрив поліпшують введенням нейтралізуючих добавок: крейди, вапняку, фосфоритного борошна. Особливості фізико-хімічних властивостей добрив часто обмежують можливість їхнього змішування (табл.1,2,3,4).

Таблиця 1

Добрива, які можна змішувати в будь-якій пропорції і довго зберігати

Добриво	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Аміачна селітра	М	Н	У	У	У	У	У	У	Н	У	У	У	У	Н	У	У
2. Сечовина	Н	М	У	Н	У	У	У	У	У	У	У	У	У	Н	У	У
3. Сульфат амонію	У	У	М	М	М	М	М	М	Н	М	У	У	М	Н	М	М
4. Суперфосфат простий	Н	Н	М	М	М	М	М	М	Н	М	М	У	М	Н	М	М
5. Суперфосфат гранульований	У	У	М	М	М	М	М	М	Н	М	У	У	М	Н	М	М
6. Суперфосфат подвійний	У	У	М	М	М	М	М	М	Н	М	У	У	М	Н	М	М
7. Преципітат	У	У	М	М	М	М	М	М	Н	М	У	У	М	Н	М	М
8. Фосфоритне борошно	У	У	М	М	М	М	М	М	М	М	У	У	М	Н	М	М
9. Томасшлак	Н	У	Н	Н	Н	Н	Н	М	М	Н	У	У	М	Н	М	М
10. Амофос	У	У	М	М	М	М	М	М	Н	М	У	У	М	Н	М	М
11. Хлорид калію	У	У	У	У	У	У	У	У	У	У	М	М	М	Н	М	М
12. 40 % калійна сіль	У	У	У	У	У	У	У	У	У	У	М	М	М	Н	М	М
13. Сульфат калію	У	У	М	М	М	М	М	М	М	М	М	М	М	Н	М	М
14. Поташ	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	М	Н	Н
15. Сильвініт	У	У	У	У	У	У	У	У	У	У	М	М	М	Н	М	М
16. Каїніт	У	У	У	У	У	У	У	У	У	У	М	М	М	Н	М	М
Н	Змішувати не можна			У	Змішувати можна перед внесенням						М	Змішувати можна				

Таблиця 2

Добрива, які не можна змішувати

1. Аміачна селітра	Сечовина, вапно, суперфосфат, доломіт, гній, крейда, деревна зола
2. Сульфат амонію	Вапно, крейда, доломіт, гній, деревна зола
3. Сечовина	Аміачна селітра, вапно, доломіт, суперфосфат, крейда, деревна зола
4. Суперфосфат	Аміачна селітра, вапно, сечовина, крейда, доломіт, деревна зола
5. Подвійний суперфосфат, хлористий калій, калійна сіль, сульфат калію	Крейда, доломіт, вапно
6. Вапно, мелена крейда, доломіт	Аміачна селітра, сульфат амонію, сечовина, гній, суперфосфат простий та подвійний
7. Свіжий гній, пташиний послід	Аміачна селітра, сульфат амонію, крейда, вапно

Таблиця 3

Добрива, які можна змішувати безпосередньо перед внесенням у ґрунт*

1. Аміачна селітра	Подвійний суперфосфат, хлорид калію, кам'яна сіль, сульфат амонію
2. Калійна сіль, хлористий калій	Аміачна селітра, сульфат амонію, сечовина, суперфосфат гранульований та подвійний
3. Сечовина	Сульфат амонію, суперфосфат простий та подвійний, хлорид калію, кам'яна сіль, сульфат калію
4. Сульфат амонію	Аміачна селітра, сечовина, хлорид калію
5. Сульфат калію	Аміачна селітра, сечовина
6. Суперфосфат гранульований, подвійний	Аміачна селітра, сечовина, хлорид калію, кам'яна сіль
7. Суперфосфат простий	Хлорид калію, кам'яна сіль
* Можна змішувати сухі добрива (якщо добрива злежалися і зліпилися їх потрібно подрібнити)	

Таблиця 4

Добрива, які можна змішувати і зберігати без втрат властивостей

1. Аміачна селітра	Сечовина, калієва селітра, сульфат калію, хлорид калію, фосфоритне борошно
2. Деревна зола	Вапно, фосфоритне борошно, калієва селітра, сульфат калію, натрієва селітра

3. Вапно (вапняні добрива)	Деревна зола, калієва селітра, натрієва селітра
4. Хлорид калію	Гній, калієва селітра, натрієва селітра, сечовина, аміачна селітра, сульфат калію, суперфосфат
5. Кальцієва селітра	Фосфоритне борошно
6. Сечовина	Гній, сульфат калію, аміачна селітра, натрієва селітра, калієва селітра, хлорид калію
7. Фосфоритне борошно	Деревна зола, гній, калієва селітра, аміачна селітра, сульфат калію
8. Гній	Суперфосфат, фосфоритне борошно, сульфат калію, хлорид калію, сечовина
9. Селітра (натрієва, калієва)	сульфат калію, хлорид калію, сечовина, деревна зола, аміачна селітра, вапно, фосфоритне борошно
10. Сульфат калію	Деревна зола, гній, хлорид калію, калієва селітра, аміачна селітра, сульфат калію, натрієва селітра
11. Суперфосфат	Хлорид калію, сульфат калію
12. Сульфат амонію	Сульфат калію, фосфоритне борошно

Основні правила змішування добрив:

- При змішуванні добрива не повинні втрачати поживні речовини і перетворюватися в масу, яка не піддається механізованому внесенню.
- Не потрібно змішувати аміачну селітру і сечовину, оскільки їх поєднання робить удобрювальну суміш надто гігроскопічною.
- Для уникнення втрат азоту не можна змішувати аміачні (амонійні) форми азотних добрив з речовинами, що володіють активними лужними властивостями (фосфатшлак, термофосфати, ціанаміду кальцію, поташем, цементним пилом).
- Зміст вологи в добривах не повинно перевищувати величину, встановлену для даного виду добрива. Так, для аміачної селітри це 0,2-0,3%, для сечовини - 0,2-0,25%, суперфосфатів - не більше 3,5%.
- Лужність або кислотність добрив, призначених для сумішей, не повинна бути вище стандартних показників, оскільки мінеральні добрива, що містять вільну кислоту і лужність, здатні до активної взаємодії між собою.
- Додавання в суміші нейтралізують матеріалів (доломітового і вапнякового борошна) призводить до втрат аміаку.
- Не рекомендується змішувати суперфосфат з аміачною селітрою, оскільки утворюється кальцієва селітра і суміш перетворюється в липку масу.
- Змішування сечовини і суперфосфату сприяє виділенню кристалізаційної води, що збільшує вологість сумішей. Дані продукти краще змішувати з підсушеними.
- Не рекомендується змішувати суперфосфат з сульфатом амонію, оскільки він цементується в щільну масу, яку перед внесенням в ґрунт доводиться подрібнювати і просіювати.

3. Комбіновані (складно-змішані) добрива

Виготовляють у заводських умовах шляхом змішування простих добрив та введенням рідких і газоподібних речовин.

Випускаються у вигляді гранул, кожна з яких містить усі поживні елементи: (нітрофоска, нітрофос, нітроамофоска, нітроамофос, діамофоска, амонізований суперфосфат, карбоамофос, карбоамофоска, суперфоска).

Нітрофоска 	Повне добриво, містить азот і калій у водорозчинній формі, а фосфор – у водорозчинній (1/3 загального вмісту фосфору) і цитратно-розчинній формах. Гранули сірого або темно-сірого забарвлення, розмір гранул – 2-4 мм. Вміст елементів живлення NPK: - Марка А – 16:16:16 %; - Марка Б – 13:10:13 %; - Марка В – 12:12:12 %. Використовують як в основне удобрення, для рядкового внесення і підживлення – менш ефективні.
Нітрофос 	Гранули розміром 1-4 мм, забарвлення світло-сіре. Комбіноване гранульоване азотно-фосфорне добриво. Вміст NP близько 1:1, а саме 20 % азоту і 20 % фосфору. Властивості: у воді повністю не розчиняється, злежується, гігроскопічне. Застосовують на ґрунтах в основне удобрення та в рядки під час сівби або в гнізда, які добре забезпечені калієм (південні чорноземи, солонцюваті ґрунти), використовують під усі культури. Зберігати в сухих приміщеннях з ізоляцією від підлоги і стін.
Нітроамофоска ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{KCl}$) 	Універсальне комплексне мінеральне водорозчинне добриво (NPK), гранули рожевого кольору, повністю не розчиняються, не гігроскопічне, не злежується. Класична формула: NPK: - якщо калій є сульфат калію – безхлорна нітроамофоска: марка (1:1:1), містить азоту, фосфору, калію, %: 16:16:16; - якщо хлорид калію, дві марки: марка А – (1:1:1) по 17-18 % NPK; (1:1,5:1,5) – азоту 13-14 %, фосфору і калію – по 19-20 %. Властивості: гранульоване добриво, містить водорозчинні легкодоступні рослинам сполуки елементів мінерального живлення: $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, NH_4NO_3, NH_4Cl, KCl, KNO_3, KH_2PO_4. Впливає на стійкість рослин до хвороб і заморозків.

	Застосовується на всіх ґрунтах, найефективніше на чорноземних і каштанових ґрунтах при зрошенні, як основне, передпосівне, припосівне та для підживлення протягом вегетації для овочів, зернових, садових та декоративних рослин.
Нітроамофос $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 	Гранули білого кольору. В воді не розчиняється, негігроскопічне, не злежується. Випускається трьох марок (NP): Марка А – 23:23:0; Марка Б – 16:24:0; Марка В – 25:20:0. Фосфор перебуває у водорозчинній формі. Використовують на всіх ґрунтах, під усі культури при будь-яких способах внесення.
 Діамофоска 	Гранули рожевого, молочного або світло-коричневого кольору, не злежуються, не порошиться. Вміст азоту 10%, P_2O_5 і K_2O – по 25 %, нейтральна кислотність, не містить нітратів. Використовують на всіх ґрунтах під усі культури для основного, припосівного і післяпосівного внесення. Забезпечує збалансоване живлення для всіх культур, сприяє розвитку кореневої системи та стійкості до хвороб, покращує врожайність.
Амонізований суперфосфат 	Гранули амонізованого суперфосфату мають блакитне забарвлення, склад включає фосфор у доступній для рослин формі та азот у вигляді амонію, який поступово перетворюється на нітрати. Властивості: не злежується і не склеюється. Використовується на всіх типах ґрунтів під різні сільськогосподарські культури, як у відкритому, так і в закритому ґрунті.
Карбоамофос  	Склад: сечовина і амофос. Містить по 30 % N і P_2O_5 . Азот на 70 % представлений сечовиною, до 90 % фосфору знаходиться в водорозчинній формі. Під час застосування потрібно враховувати можливі втрати газоподібного азоту в разі поверхневого внесення. Тому його слід загортати в ґрунт. Рекомендовано вносити під різні агрокультури, на всіх ґрунтах та ґрунтах забезпечених калієм.

Карбоамофоска 	Состав: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, KCl NPK по 20% загальний вміст - 60 %. Азот на 70 % представлений сечовиною, до 90 % фосфору знаходиться у водорозчинній формі. Добриво використовують на всіх ґрунтах, але необхідно зразу ж загортати в ґрунт, тому що містить сечовину, що впливає на втрати газоподібного азоту.
Суперфоска 	Порошок з добрими фізичними властивостями. Вміст фосфору – 12-16 %, калію 12-21 %. Вноситься на ґрунтах в основне удобрення, що потребують сумісного внесення фосфору і калію.
Кристалін 	Забарвлення жовте, помаранчеве, зелене. Азот (N), фосфор (P), калій (K) у різних пропорціях (наприклад, 18-18-18; 6-12-36; 20-20-20), а також мікроелементи (Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo) часто в хелатній формі. Властивості: гранульоване або кристалічне, повністю водорозчинне. Використовують для кореневого та листового підживлення, що підвищує врожайність та стійкість рослин, сприяючи здоровому розвитку овочів, фруктів, квітів.

4. Рідкі комплексні добрива (РКД)

Рідкі комплексні добрива (РКД) – суспензії, розчини, що містять два або більше поживних елементів. Вони рівномірно розподіляються по площі у порівнянні з твердими добривами. Втрати добрив під час перевантаження і зберігання не перевищують 1 %, тоді як тверді добрива втрачають 10-15 % і більше. При потребі до складу РКД вводять мікроелементи, деякі пестициди, стимулятори росту. Вони прості в застосуванні, неотруйні, вибухонебезпечні.

Хімічна промисловість випускає базові розчини марок 10-34-0 і 11-37-0, в тому числі 10-11 % азоту та 34-37 % фосфору. Розрізняють форми РКД, з використанням ортофосфорної і поліфосфорної (суперфосфорної) кислот.

РКД марки 10-34-0 містять ≈ 60 % фосфору в поліформі, реакція рідини $\text{pH}=6\ldots7$. Забарвлення темно-зелене, червонувате, може змінюватись під впливом домішок суперфосфорної кислоти.

5. Суспендовані рідкі комплексні добрива (СРКД)

Виготовляти їх потрібно перед внесенням, тому що вони легко загусають і розшаровуються. Щоб запобігти пересиченню розчину і випаданню осаду, використовують стабілізуючі добавки (тонкодисперсні глини, фосфогіпс тощо) з

розрахунку 10-20 кг на 1 т розчину, які забезпечують високу в'язкість протягом 10 діб.

РКД ефективні в районах поширення карбонатних ґрунтів.

V. МІКРОДОБРИВА

Для нормального росту і розвитку рослин мікроелементи входять до складу ферментів, вітамінів та інших біологічно-активних речовин, впливають на процеси синтезу білків, жирів, вуглеводів і вітамінів. Перевищення концентрації важких металів таких як (Pb, Cd, Co, Cu, Zn, Ni) спричиняють порушення біологічних циклів і викликають пригнічення, а іноді загибель рослин.

Вміст рухомих форм мікроелементів у ґрунтах не високий: 10-15 % валового вмісту становить мідь, цинк, молібден і кобальт; 2-4 % - бор. При оптимальному забезпеченні рослин мікроелементами, прискорюється їх розвиток, підвищується стійкість проти хвороб і шкідників, знижується дія негативних зовнішніх факторів – засухи, низьких і високих температур ґрунту та повітря.

Застосування мікродобрих набуває великого значення, тому що при внесенні високих норм макродобрих зміщується рівновага ґрунтового розчину і знижується засвоюваність мікроелементів.

1. Борні добрива

Найвища ефективність борних добрив спостерігається на ґрунтах, де його вміст становить менше 1 мг/кг, на бідних гумусом (<2 %), легкого гранулометричного складу, нейтральних і слаболужних. Основні види та форми: борна кислота, бура (Тетраборат натрію), боретаноламін (Айдамін-Бор), боромагнієве добриво, боросуперфосфат, бороплюс.

Борна кислота H_3BO_3 	Дрібнокристалічний порошок білого забарвлення. Вміст бору – 17,1-17,3 %. Властивості: добре розчиняється в гарячій воді. Використовують борну кислоту кількома способами: для поливу кореневої системи або для обприскування листя. Важливо дотримуватися правильних дозувань, оскільки надлишок бору може завдати шкоди рослинам.
Бура (Тетраборат натрію) $Na_2B_4O_7$ 	Білий кристалічний порошок або кристали. Вміст бору - 11,3 %. Властивості: менш розчинна речовина, добре розчиняється у гарячій воді та гліцерині, гірше - у холодній воді, нерозчинна у спирті, лужна реакція. Використовується для обробки насіння та внесення в ґрунт. Норми внесення: Позакореневе підживлення: 0,1-0,3% розчин (1-3 г/л води). Кореневе підживлення: 1-2 кг/га.

	Передпосівна обробка насіння: 0,2-0,5% розчин (2-5 г/л води).
Боретаноламін (Айдамін-Бор) 	Концентроване рідке мікродобриво на основі бору, що легко засвоюється рослинами, ефективніша за борну кислоту. Робочий розчин готується в день проведення позакореневого підживлення сільськогосподарських культур для запобігання дефіциту бору, покращення росту, розвитку, цвітіння та врожайності рано вранці або у вечір, при середньодобовій температурі +5°C. Норма внесення: для польових, овочевих, ягідних та багаторічних культур, норма витрати - 1-2 л/га.
Боромагнієве добриво 	Порошок білого, сірого забарвлення, або у вигляді рідини. Вміст - 2,3 % бору, 14 % магнію. Властивості: негігроскопічне, бор міститься у водорозчинній формі. Використовується для обробки насіння (10-20 кг/т), некореневого підживлення (20-25 кг/га), передпосівного внесення в ґрунт (20-50 кг/га). Ефективне на ґрунтах легкого гранулометричного складу.
 Боросуперфосфат	Гранули блакитного забарвлення. Вміст бору у звичайному суперфосфаті – 0,2 %, подвійному суперфосфаті – 0,25 %. Використовується під час передпосівного обробітку ґрунту, в рядки при посіві та в підживлення сільськогосподарських культур.
Бороплюс 	Рідке швидкорозчинне добриво, легкодоступне для рослин. Колір безбарвний, жовтуватий. Вміст бору - 11%. Використовується для профілактики дефіциту бору в овочів, квітів, плодових та ягідних рослин. Властивості: рН (1% водний розчин) – 7,7. Спосіб внесення: Листове підживлення (обприскування): 5-15 мл на 1 сотку (0.3-1.5 л/га). Фертигація (крапельний полив): 30-60 мл на 1 сотку (1-6 л/га).

2. Мідні добрива

Найбідніші на вміст міді малогумусні піщані та осушені болотні і торфові ґрунти. Мідь перебуває у важкодоступній для рослин органічній формі. Низький вміст у дерново-підзолистих ґрунтах легкого гранулометричного складу. Найбільше всього міститься у чорноземах і жовтоземах.

Культури по-різному реагують на вміст у ґрунті міді, тому вони поділяються на групи:

1. найчутливіші до нестачі міді – овес, пшениця, ячмінь;
2. досить чутливі – соняшник, просо, буряки, горох, овочеві культури, льон, коноплі, лучні, бобові і злакові трави;
3. менш чутливі – кукурудза, жито, картопля, гречка.

Піритні недогарки 	Важкий розсипчастий порошок темного кольору. Містить від 0,3 до 0,6 % міді, домішки цинку, молібдену, кобальту, до 50 % заліза, який перебуває у неактивній формі. Властивості: у воді не розчиняється, негігроскопічний, мідь знаходиться у водорозчинній формі оксидів, сульфатів і сульфідів. Лише сульфатна і частково сульфідна мідь водорозчинна й доступна для засвоєння рослинами. Піритні недогарки вносять під час основного обробітку ґрунту з розрахунку 3–8 ц/га один раз на 4–6 років.
Сульфат міді (мідний купорос) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 	Це кристалічна сіль блакитно-синього кольору, вміст міді 23-24 %. Властивості: добре розчинна у воді. Найчастіше мідний купорос використовують для передпосівного оброблення насіння (для оброблення насіння беруть 0,5-1 кг препарату на 1 т насіння), позакореневого підживлення рослин (на 1 га посівів використовують 100-300 г сульфату міді, розчиненого в 300-500 л води). Доцільно вносити на торфових, каштанових ґрунтах, сіроземах під зернові, кормові, овочеві й технічні культури раз на 5-6 років.
Амофос з добавкою міді 	Добриво блакитного забарвлення. Вміст міді 0,3-0,5 %, азоту – 9-12 %, доступного фосфору – 41-44 %. Використовують на збіднених ґрунтах.

Мідно-калійні добрива 	Мідь часто додають окремо. Вістить 56–58 % калію і 1 % міді. Використовують восени (під перекопування), навесні (під культивуацію), або кореневим/позакореневим підживленням під час вегетації, для покращення розвитку коренів, засвоєння води та підвищення врожайності. Насамперед його використовують на осушених торф'яно-болотних ґрунтах. Добрива діють протягом 4-5 років. На осушених торф'яниках доцільно вносити щорічно.
---	---

3. Цинкові добрива

Кислі дерново-підзолисті ґрунти характеризуються досить високим вмістом цинку і майже не потребують застосування цинкових добрив. Найчастіше нестача цинку для рослин виявляється на піщаних слаболужних або близьких до нейтральних і карбонатних ґрунтах, де вміст рухомих форм цього елемента у зв'язку з осадженням його у вигляді карбонатів досить незначний.

Враховуючи можливість накопичення цинку в ґрунті, слід бути обережним і здійснювати суворий контроль за використанням цинкових добрив, щоб запобігти його токсичній дії та негативній взаємодії з іншими елементами живлення. Норма внесення цинку не має перевищувати 3–5 кг/га.

Сульфат цинку ZnSO₄·5H₂O 	Кристалічний порошок сірувато-білого забарвлення. Вміст засвоюваного рослинами цинку – 22 %. Властивості: розчинний у воді. Застосовується для передпосівної обробки насіння (60-80 л/т 0,05-0,1 %-го розчину солі). Важливо: Готовий розчин використовувати одразу або зберігати не більше 3-х днів, оскільки він може мутніти і втрачати ефективність. для опудрювання – 0,5 – 1 кг/т препарату та некореневого підживлення рослин. Найбільша ефективність – на слабокислих, нейтральних та лужних ґрунтах (чорноземи, каштанові). Не рекомендується для кислих дерново-підзолистих ґрунтів, де цинку достатньо.
---	---

Цинкове полімікродобриво  (ПМУ-7)	Відходи хімічних заводів у вигляді тонкорозмеленого порошку темно-сірого кольору, що містить 25% цинку, в тому числі 2-5% у водорозчинній формі, а також Мо, Мп, Сu, Fe та інші мікроелементи. Використовують для передпосівної обробки насіння (4-5 кг/т) та внесення в ґрунт (на 1 га 3-5 кг цинку).
Порошок, що містить цинк 	Механічна суміш тонкоподрібненого сульфату цинку (8-10%) і технічного тальку. Застосовують для передпосівної обробки насіння, г/кг: капусти – 1; кукурудзи, бобових, баштанних культур – 2; цукрових буряків – 5

4. Молібденові добрива

Добрива містять молібден (Мо) у хелатній або сольовій формі (наприклад, амоній молібдат), які активізують азотний обмін, фіксацію азоту бульбочковими бактеріями, синтез білків, хлорофілу та вітамінів, особливо ефективні для бобових, хрестоцвітих, буряка та зернових на кислих або бідних ґрунтах. Застосування:

- Найефективніше - позакореневе підживлення або обробка насіння.
- Найбільш дієві на дерново-підзолистих, сірих лісових, кислих ґрунтах.
- Ефективність зростає на фоні достатнього калійно-фосфорного живлення.

Молібдат амонію (NH₄)₆Mo₇O₂₄ 	Сіль амонію та молібденової кислоти, що виглядає як білі, безбарвні кристали іноді зеленуватими (жовтуватими) відтінками у вигляді призмоподібної форми. Вміст молібдену - до 50 %. Властивості: негігроскопічне, добре розчиняється у воді. Контактуючи з повітряними масами, вивітрюється за рахунок втрати частини аміаку. Нагрівання до 150 °С призводить до розкладання її на три основні складові: молібден, воду і аміак. Внесення амонію молібденовокислого відбувається переважно при передпосівних маніпуляціях з насінням і позакореновому підживленні рослин.
---	--

Молібдат амонію-натрію 	Не одна конкретна сполука, а узагальнена сполука: молібдат амонію $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ та молібдат натрію $(\text{Na}_2\text{MoO}_4)$. Безбарвні або блідо-жовті кристали. Добри́во розчинне у воді. Рекомендується для позакореневого підживлення (по листу), фертигації проводити 0,02-0,03 %-м розчином в кількості 500-600 л/га. Обробка насіння перед сівбою: обпудрюють насіння зернових, зернобобових, технічних, овочевих культур та багаторічних трав в нормі 40 г солі і 200 г тальку на 100 кг насіння; капусти й конюшини – 10 г солі і 90-190 г тальку.
Молібденізований суперфосфат 	Комплексне фосфорне добриво (суперфосфат), збагачене молібденом (Mo). Вміст 0,1 % молібдену – простий суперфосфат, та 0,2 % молібдену – подвійного суперфосфату. Добувають змішуванням суперфосфату з добавками, що містять молібден, перед грануляцією. Доцільно вносити під час передпосівного обробітку ґрунту, в рядки при посіві, поверхнево на посівах багаторічних бобових трав, луках і пасовищах. Норма добрива не повинна перевищувати 1 кг/га молібдену.

5. Марганцеві добрива

Препарати, що містять марганець (Mn), який є важливим мікроелементом для рослин, вони покращують фотосинтез, стійкість до хвороб (іржі, фузаріозу), збільшують урожайність (особливо коренеплодів) та цукристість, а також застосовуються для знезараження ґрунту та насіння завдяки антисептичним властивостям марганцівки (калію перманганату). Марганцеві добрива найефективніші на чорноземах звичайних, карбонатних, вилужених, сіроземах, солонцюватих, каштанових ґрунтах, а також на кислих ґрунтах після вапнування. **Форми застосування:**

- основне внесення: Сульфат марганцю змішують з іншими добривами;
- позакореневе підживлення: обприскування розчином сульфату марганцю, що дає швидкий результат;
- дезінфекція: розчином марганцівки (калію перманганату) обробляють насіння, ґрунт, інструменти.

Марганцеві добрива переважно застосовуються під цукрові буряки, кукурудзу, картоплю та овочеві культури.

Сульфат марганцю MnSO₄ 	Дрібнокристалічна суха сіль білого або світло-сірого забарвлення. Вміст марганцю – 32,5 %. Властивості: добре розчинна у воді, негігроскопічна. Використовують в овочівництві закритого ґрунту, передпосівний обробіток насіння (опудрювання насіння буряків цукрових, кукурудзи, пшениці сумішшю добрива з тальком, кг/т: 0,5-1 MnSO₄ і 3-4 тальку), некореневе підживлення (обприскування 0,05-0,1 %-м розчином MnSO₄ із розрахунку 300-500 л/га). Для внесення в ґрунт норма становить 5-15 кг/га.
Марганізований гранульований суперфосфат 	Універсальне мінеральне добриво, яке містить фосфор, сірку та кальцій, представлене у зручній гранульованій формі сірого забарвлення. Вмістить 1-2 % Mn, 18-18,7 % фосфорної кислоти. Властивості: гранули добре розчиняються у воді, добре розсипаються. Можна змішувати з азотними та калійними добривами. Підходить для всіх типів ґрунтів та сільськогосподарських культур. <u>Основне внесення</u>: восени або ранньою весною, змішуючи з ґрунтом на глибину 15-20 см. <u>Передпосівне</u>: змішується з ґрунтом під час посіву. <u>Підживлення</u>: для підживлення під час вегетації (розчин 60-80 г на 10 л води). Використовують для рядкового внесення під зернові культури (75 кг/га) і цукрові буряки (100 кг/га).
Марганцеві шлами 	Розсипчастий порошок темного кольору. Марганцевий шлам містить від 10-17% марганцю. також містить 20% кальцію і магнію, 25-28% кремнекислоти, 8-10% полуторних оксидів і невелика кількість фосфору. Властивості: важкорозчинна сполука, при внесенні у ґрунт поступово переходить у засвоювані форми для рослин. Вносять під час основного одночасно з азотно-калійно-фосфорними добривами, передпосівного обробітку ґрунту в нормі 0,2-0,4 т/га, також можна вносити в рядки під час сівби буряків цукрових та кормових, зернових, зернобобових культур.
Марганцевмісний порошок (перманганат калію)	Темно-фіолетові кристали або порошок. використовується для у садівництві для знезараження насіння, ґрунту, теплиць тощо. Боротьба з грибковими хворобами (сіра гниль, борошниста роса, фітофтороз). Обробіток ґрунту проводять навесні за 2 тижні до посіву або посадки овочевих і городніх культур. Для протруювання використовують 0,5-1% розчин.

KMnO_4 	Підживлення для овочевих і плодово-ягідних культур: <u>Кореневе підживлення</u> проводять розчином на початку вегетаційного періоду, г/м²: для овочевих і полуниці/суниці - 5; для ягідників - 5-10; для плодових дерев (плодоносних) - 10-15. <u>Позакореневе підживлення</u> у вигляді розчину суміші марганцівки (3 г) і борної кислоти (1 г) на 10 л води. Обприскують овочеві, ягідні чагарники, плодові дерева навесні до цвітіння і при необхідності (боротьба з хворобами) в період зав'язування плодів.
--	---

6. Кобальтові добрива

Мікродобрива, що містять кобальт (Co) у хелатній або сольовій формі (наприклад, сульфат кобальту). Їх застосовують для обробки насіння, позакореневого підживлення та внесення в ґрунт для покращення врожайності та якості продукції. Використовують на кислих, лужних, вапняних, торф'яних, бідних на кобальт. Застосовують під передпосівний обробок насіння, позакореневе підживлення (бутонізація, цвітіння). Доцільно використовувати на луках і пасовищах. Рекомендується застосовувати під посіви люцерни, конюшини, гороху, сої, цукрових буряків, ячменю, озимого жита.

Сульфат кобальту $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 	Кристалічна сіль червоного кольору. Містить 21 % Co. Властивості: добре розчинна у воді. Зберігати в сухому місці за температури 2-30 °С. Підходить для відкритого та закритого ґрунту. Кобальт незамінний елемент для активізації роботи бульбочкових бактерій, що фіксують азот із повітря. Допомогає легко переносити посуху, заморозки та інші стресові умови. Застосовують 0,02-0,03 % (0,2-0,3 г/л) розчин для обробки насіння перед посадкою; Підживлення рослин: кореневе – 0,01-0,02 % розчин (0,1-0,2 г/л); некореневе - обприскування у фазі бутонізації та цвітіння – 0,02 % р-ном (0,2 г/л); підживлення бобових культур, норма 50-100 г/га у фазі активного росту.
Хлорид кобальту $\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 	Сіль соляної кислоти, кристалічна речовина червоного або темно-рожевого кольору. Властивості: слабо розчинна у воді, розчинний в кислотах та деяких нагрітих лужних розчинах. Добриво для позакореневого підживлення рослин і передпосівної обробки насіння. Застосовується на дерново-підзолистих і болотних ґрунтах. Кобальт хлористий незамінний при вирощуванні культур: бобових, льону, ячменю, цукрових буряків, озимого жита, конопель тощо.

ВІДБІР ПРОБ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

Відбір точкових проб.

- Маса зразку для аналізу повинна бути не менше 1,5 кг/л.
- Обладнання для відбору має бути чистим, сухим та не впливати на

характеристики добрив:

З тари до 50 кг - не менше ніж від 5% мішків (формуємо об'єднану середню пробу).

З біг бегів - відбираємо 4-6 точкових забори нижче поверхні добрив на 10-15 см.

З насипу - 10-20 точкових проб нижче поверхні купи, якомога рівномірно в масі добрив.

В складі чи на полі - беруть 1 точкову пробу на всю глибину з кожного метру квадратного.

Проби гранульованих, кристалічних та зернистих мінеральних добрив відбирають при перевантаженні на конвеєрі, з вагонів, автомашин, насипу.

Спочатку відбирають разові проби масою 200 г, які об'єднують у загальну пробу, перемішують і скороченням одержують середню пробу (1-2,5 кг). Середню пробу щільно упаковують у чисту суху склянку з кришкою і підписують.

Проби незатареного продукту, що рухається, відбирають механічним пробовідбірником або вручну методом повного пересікання струменя добрива у місцях перепаду потоку через однакові інтервали часу.

Проби незатареного продукту з вагонів, автомашин, насипу відбирають ручним пробовідбірником із розрахунку 36 разових проб з вагона, 22-разові проби з насипу до 60 т та 7-10 разових проб з автомашини. Проби беруть із глибини не менше ніж 30 см.

Проби добрив із мішка відбирають щілиним пробовідбірником при горизонтальному положенні мішка і заглибленні його на 3/4 довжини мішка вздовж діагоналей.

Рідкі добрива - вміст ємності ретельно перемішуємо на ребрі 10-20 разів, для великих ємностей - використовуються спеціальні мішалки. Якщо міститься твердий осад - рідину зливаємо, перемішують осад та знову доливають рідину постійно перемішуючи.

Аналітичну пробу добрива відбирають квадратуванням середньої.

1. Як формувати середню (об'єднану) пробу?

Всі проби об'єднують разом, перемішують в сухому і чистому відрі і відбирають середню пробу до 1,5 кг. Її рівномірно висипають, перемішують і ділять на рівні прямокутники, або проводять відбирання методом квадратування.

Для рідких добрив промиваємо пластикову пляшку або іншу тару добривом. Для цього заповнюємо її на 1/3 добривом, закриваємо кришку і ретельно струшуємо. Пляшку спорожняють. Так повторюємо ще 1 раз. Після цього заповнюємо пляшку добривом 1,5-2,0 л.

Середня проба добрив згідно з актом		
№ _____ від _____		
П.І.Б: _____		
Назва _____	господарства: _____	
Назва _____	зразку: _____	
Які _____	показники _____	визначаємо: _____
Контакти: _____		
Маса _____	партії _____	
: _____		

Точність та якість результату залежить від правильного відбору зразку, якості та герметичності тари, дотримання умов доставки. Не відбирати точкові проби в нетипових місцях, які сильно відрізняються від загального стану (відкриті мішки, грудки і т. д.) На випадок арбітражного аналізування середні проби повинні мати акт відбору, примірник з поміткою "арбітраж" та бути опломбовані. До того ж зразки мають зберігатись в однакових умовах

або в одному ж тому самому місці.

КОЖНА ПРОБА ПОВИННА ОBOB'ЯЗKОВО MAPKYBATИCЬ ETИKETKOЮ!

BИЗHACHEHHЯ MІHEPAЛbHИX ДOБPИB ЗА OCHOBHИMИ ЯKІCНИMИ PEAKЦІЯMИ

Oснoвні яkіcні реакції

1. Розчинність у воді:

Взяти 1-2 г добрива, перенести у пробірку, додати 10 мл дистильованої води і добре збовтати.

За розчинністю добрива умовно поділяються на три групи:

- **добре розчинні** – всі азотні і калійні (крім калімагу), комплексні добрива (амофос, діамфос, добриво для теплиць);
- **малорозчинні** (розчиняється менше половини взятого добрива) – суперфосфати, калімаг, нітрофоси і нітрофоски тощо;
- **нерозчинні** – всі фосфорні (крім суперфосфатів) і вапняні добрива.

2. Реакція на карбонати:

В пробірку з невеликою кількістю добрива обережно додати кілька крапель HCl або CH₃COOH.

При наявності карбонатів (вапняні добрива і томасшлак) відбувається бурхлива реакція з виділенням вуглекислого газу CO₂:



3. Випробування на розжареному вугіллі (проводять з добре розчинними у воді добривами):

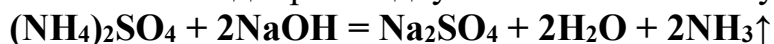
На грудочку розжареного на полум'ї вугілля насипати з кінчика ножа добрива і спостерігати за швидкістю згорання, кольором полум'я і запахом:

- ✓ **калійні добрива** – залишаються без змін, не дають запаху, слабо потріскують;
- ✓ **амонійні й амідні добрива** – плавляться, димлять, виділяють аміак (сульфат амонію - трохи темніє з виділенням диму, карбамід – на смак холодить і злегка гірчить);
- ✓ **селітри** – спалахують, згорають, виділяють аміак, забарвлюють полум'я у фіолетовий або жовтий колір (NH_4NO_3 , KNO_3 , NaNO_3).

4. Реакція з лугами (використовують для виявлення катіонів амонію в добриві):

В пробірку з невеликою кількістю добрива (1-2 г) обережно долити 2-3 мл розчину лугу (KOH або NaOH) і підігріти.

При наявності амонію в добриві відчувається запах аміаку:



5. Реакція на катіони NH_4^+ :

У пробірку до 1-2 мл розчину добрива додати 2-3 краплі реактиву Несслера. При наявності катіонів амонію утворюється жовто-буре забарвлення.

6. Реакція на катіони K^+ :

Наважку добрива (1 г) прожарити у маленькій фарфоровій чашці до розкладання амонійних солей, охолодити, залишок розчинити у невеликій кількості води і перенести у пробірку.

Для осадження калію додати кілька крапель кобальтинітриту натрію. При наявності в добриві іонів калію випадає осад жовтого кольору.

7. Реакція на катіони Ca^{2+} :

До 1 мл розчину добрива додати 2-3 краплі оксалату амонію. При наявності в добриві іонів кальцію випадає білий осад.

8. Реакція на катіони Mg^{2+} :

До розчину добрива долити такий же об'єм 10 %-го розчину хлориду амонію і стільки ж 25 %-го водного розчину аміаку або розчину іншого лугу.

При наявності калію розчин фільтрують. Потім краплями додати гідрофосфат натрію. На наявність катіонів Mg^{2+} у добриві вказує випадання білого кристалічного осаду.

9. Реакція на катіони Na^+ :

Розчинити 1 г добрива, долити 1-2 мл насиченого розчину $\text{K}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$ і потерти скляною паличкою об стінки пробірки.

При наявності катіонів натрію випадає білий кристалічний осад.

10. Реакція на аніони NO_3^- :

Обережно налити у пробірку 1-2 мл $\text{K}_2\text{H}_2\text{SO}_4$, додати кілька кристалів дифеніламіну і розчинити їх.

По стінці пробірки додати 1-2 краплі розчину добрива. При наявності в добриві іонів NO_3^- на межі двох рідин утворюється синє кільце.

11. Реакція на аніони Cl^- :

У пробірку до 1-2 мл розчину добрива додати 1-2 краплі 10 %-го розчину HNO_3 (для підкислення розчину) і кілька крапель 1 %-го розчину AgNO_3 .

При наявності іонів хлору утворюється білий осад з блакитним відтінком.

12. Реакція на аніони SO_4^{2-} :

У пробірку з 1-2 мл розчину добрива додати кілька крапель 10 %-го розчину BaCl_2 .

При наявності в добриві сульфат-іонів випадає білий осад.

13. Реакція на аніони PO_4^{3-} :

1 г добрива розчинити у 2-3 мл HNO_3 , додати 2-3 мл 10 %-го розчину молібдату амонію і підігріти.

При наявності фосфат-іонів випадає жовтий осад.

14. Біуретова реакція:

Наважку 1 г добрива обережно під витяжкою розплавити у пробірці і після охолодження розчинити у воді.

У пробірку додати 0,5 мл 10 %-го лугу NaOH або KOH , перемішати і додати 1-2 краплі 10 %-го розчину CuSO_4 .

Якщо добривом є карбамід, то в пробірці з'являється рожево-фіолетове забарвлення сполуки біурету з міддю.

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

ЗАКРІПЛЕННЯ МАТЕРІАЛУ РОЗДІЛУ МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА

1. (одна правильна відповідь)

1. Вказати причину використання мінеральних добрив:

1. кислотність ґрунтів;
2. відсутність в ґрунті кисню;
3. виснаження ґрунту;
4. лужність ґрунтів.

2. Добрива - це речовини, що вносять в ґрунт для....

1. покращення розвитку рослин;
2. покращення ґрунтів;
3. боротьби з хворобами рослин;
4. боротьби з бур'янами.

3. Добриво NH_4NO_3 , має назву:

1. аміачна селітра;
2. амофос;
3. нітрат калію;
4. амоній сульфат.

4. На що потрібно звертати увагу агроному при використанні мінеральних добрив:

1. на ціну;
2. на норми внесення;
3. на назву;
4. на зовнішній вигляд.

5. Яка група мінеральних добрив при надмірному внесенні в ґрунт може загрожувати здоров'ю людини?

1. фосфорні;
2. нітратні;
3. калійні.

6. Які добрива містять один елемент живлення?

1. комплексні;
2. змішані;
3. складні;
4. прості.

7. Який елемент живлення стимулює процес фотосинтезу в рослині?

1. калій;
2. фосфор;
3. натрій;
4. бор.

8. Які добрива впливають на розвиток зеленої маси рослин?

1. фосфорні;
2. азотні;
3. калійні;
4. сульфатні.

9. Який хімічний елемент належить до мікроелементів?

1. В;
2. К;
3. Р;
4. N.

10. Назвіть ряд елементів, що відносяться до макроелементів:

1. С, О, Н, N, Р, К;
2. Mg, В, Mn, Fe, Cu, Zn, Co;
3. С, О, Н, N, Cu, Co;
4. Mg, В, Mn, N, Р, К.

11. Які неорганічні сполуки переважають в основі мінеральних добрив;

1. кислоти;
2. основи;
3. солі;
4. луги.

12. З метою підвищення виробництва рослинної продукції хімія забезпечує сільське господарство

1. хімічними засобами захисту рослин;
2. органічними добривами;
3. стимуляторами росту рослин;
4. мінеральними добривами.

13. Вказати найважливіші хімічні елементи, які рослини засвоюють у великій кількості:

1. нітроген, фосфор, калій;
2. магній, цинк, кобальт;
3. калій, мідь, молібден;
4. бор, нітроген, фосфор.

14. Вказати хімічні елементи, які рослини засвоюють у невеликій кількості:

1. бор, купрум, нітроген;
2. ферум, оксиген, цинк;
3. бор, купрум, ферум;
4. фосфор, нітроген, калій.

15. Технологічний процес під назвою «вапнування ґрунту» покликаний ...

1. знижувати кислотність ґрунту;
2. покращувати структуру ґрунту;
3. підвищувати кислотність ґрунту.

16. Добрива, які містять у своєму складі два і більше елементів живлення, називаються:

1. простими;
2. комплексними;
3. калійними;
4. макроелементами.

17. У симбіозі з якими рослинами бульбочкові бактерії засвоюють азот атмосфери ?

1. злаковими;
2. пасльоновими;
3. бобовими;
4. капустяними.

18. Добрива, що містять азот у вигляді нітратів називають:

1. амідні;
2. аміачні;
3. селітри;
4. аміачно-нітратні.

19. Як слід вносити аміачну воду?

1. розливати по поверхні ґрунту;
2. вносити при посіві;
3. вносити на глибину 10-15 см;
4. вносити звичайними агрегатами без одночасного загортання в ґрунт.

20. Продукт переробки кісток домашньої худоби; головною його перевагою є повільне розчинення в ґрунті, що забезпечує тривалу дію добрива:

1. подвійний суперфосфат;
2. простий суперфосфат;
3. фосфоритне борошно;
4. преципітат.

21. Калій хлорид і калій сульфат - це....

1. просте комбіноване мінеральне добриво;
2. просте органічне добриво;
3. просте мінеральне добриво;
4. комбіноване мінеральне добриво.

22. Що означає комплексне мінеральне добриво?

1. добриво містить 1 основний компонент;
2. добриво містить не менше двох компонентів живлення;
3. добриво просте за складом;
4. добриво не містить компонентів живлення.

23. Який калій найлегше засвоюється рослинами?

1. обмінний;
2. водорозчинний;
3. адсорбційний;
4. калій, що входить до польового шпату.

24. Вказати фізіологічно кисле добриво:

1. аміачна селітра;
2. натрієва селітра;
3. сульфат амонію;
4. усі відповіді вірні.

25. Вказати основне значення добрив:

1. добрива прискорюють колообіг речовин у землеробстві;
2. добрива підкислюють реакцію ґрунтового середовища;
3. добрива підвищують родючість ґрунту і покращують якість урожаю;

4. добрива регулюють водний і повітряний режими ґрунту.

26. Чому аміачну селітру потрібно зберігати ізольовано?

1. висококонцентроване добриво;
2. високо-гігроскопічне добриво;
3. вогне- і вибухонебезпечне добриво.

27. Що таке “реутилізація”?

1. умови перезимівлі рослин;
2. закріплення поживних речовин у ґрунті;
3. закріплення поживних речовин у рослині;
4. повторне використання мінеральних речовин рослиною.

28. Вказати, що таке діюча речовина в добриві?

1. іони, здатні поглинатися рослинами;
2. іони, здатні поглинатися ГВК;
3. речовина, яка визначає форму добрива;
4. вміст поживних речовин, виражений у відсотках.

Відповіді:

	Відповідь		Відповідь		Відповідь		Відповідь
1		8		15		22	
2		9		16		23	
3		10		17		24	
4		11		18		25	
5		12		19		26	
6		13		20		27	
7		14		21		28	

II. (тести на відповідність)

1. Умови використання технологічних схем за доставкою і внесенням мінеральних добрив: а) *пряма (склад-розкидач-поле); б) перевантаження (склад-транспортні машини-перевантажування-розкидач-поле); в) перевалочна (склад-транспортні машини-склад хімізації-розкидач-поле):*

1. Відстань від складу до поля 3...5 км і менше;
2. Відстань від складів до поля понад 5 км;
3. Завчасна доставка добрив при наявності складу, пункту хімізації.

2. Допустима висота штабеля або насипу під час зберігання мінеральних добрив, м: а) *незатарені гігроскопічні добрива; б) незатарені малагігроскопічні добрива; в) затарені добрива в мішках на піддонах:*

1. 2,5...3,0; 2. 1,5...2,0; 3. До 4...4,4.

3. ЩО ТАКЕ: а) *злежуваність мінеральних добрив; б) сипучість мінеральних добрив; в) розсипчастість мінеральних добрив:*

1. Властивість мінеральних добрив вільно розсипатись під дією гравітаційних сил в умовах збереження;

2. Стан мінерального добрива, характеризує ступінь агломерації, яке виражене кількістю злежуваних грудок у відсотках;

3. Властивість мінерального добрива утворювати фазові контакти щеплення між гранулами мінерального добрива при зовнішніх ознаках.

4. Які борні добрива рекомендують: а) *вносити в ґрунт;* б) *використовувати для некореневого підживлення;* в) *використовувати для обробітку насіння:*

1. Борна кислота;
2. Бура;
3. Борсуперфосфат;
4. Бормагнієве добриво;
5. Бордатолітове добриво;
6. Порошок, який містить бор.

5. Які мідні добрива рекомендується: а) *вносити в ґрунт;* б) *використовувати для некореневого підживлення;* в) *використовувати для обробітку насіння:*

1. Мідний купорос;
2. Піритні огарки;
3. Порошок містить мідь.

6. Які марганцеві добрива рекомендується: а) *вносити в ґрунт;* б) *використовувати для некореневого підживлення;* в) *використовувати для обробітку насіння:*

1. Сульфат марганцю;
2. Порошок, який містить марганець;
3. Марганцевий шлак;
4. Марганізований суперфосфат.

7. Які молібденові добрива рекомендується: а) *вносити в ґрунт;* б) *використовувати для некореневого підживлення;* в) *використовувати для обробітку насіння:*

1. Молібдат амонію;
2. Молібдат амонію-натрію;
3. Порошок, який містить молібден;
4. Відходи електролампової промисловості;
5. Суперфосфат з молібденом.

8. Що таке: а) *складні добрива;* б) *складно-змішані добрива;* в) *змішані добрива:*

1. Комплексні добрива, одержані шляхом механічного змішування готових порошковидних кристалічних або гранульованих однокомпонентних або складних добрив;

2. Комплексні тверді або рідкі мінеральні добрива, в яких усі частини, кристали або гранули мають однаковий або близький хімічний склад;

3. Комплексні добрива, одержані змішуванням готових однокомпонентних добрив із введенням рідких і газоподібних продуктів.

9. Який прийом ефективний при внесенні калійних добрив?

1. Під зяблеву оранку;
2. При посіві;
3. При підживленні.

10. Які калійні добрива мають велике значення для цукрового буряка і кормових коренеплодів?

1. Містять натрій;
2. Містять хлор;
3. Містять магній;
4. Містять сульфат-іон.

11. ВКАЗАТИ: а) сирі калійні добрива; б) прості калійні добрива; в) концентровані калійні добрива; г) безхлорні калійні добрива:

1. Хлористий калій;
2. Сульфат калію;
3. Поташ;
4. Калій-електроліт;
5. Калімагnezія;
6. Калій люпнезіальний концентрат;
7. Калійна сіль;
8. Цементний пил;
9. Каїніт;
10. Карналіт;
11. Шеніт;
12. Ленгбейніт;
13. Полігаліт;
14. Калушіт;
15. Нефеліновий концентрат.

12. Розділити фосфорні добрива за розчинністю на групи:

а) добре розчинні у воді; б) погано розчинні у воді, але добре розчинні в лимонній кислоті; в) слабо розчинні у воді, але добре розчинні в розчині цитрату амонію; г) не розчинні у воді, розчинні в розчинах сильних кислот:

1. Суперфосфат;
2. Преципітат;
3. Фосфатшлак;
4. Томасшлак;
5. Апатитний концентрат;
6. Обезфторений фосфат;
7. Фосфоритне борошно.

13. Вказати: а) найбільш ефективні строки внесення; б) допустимі строки внесення томасшлаку, фосфатшлаку, термофосфату, вівіаніту, обезфтореного фосфату:

1. Восени під основний обробіток ґрунту;
2. Весною при підживленні озимих;
3. У період вегетації просапних культур;
4. Весною під передпосівну культивуацію.

14. Які фосфорні добрива ефективні на сильно кислих ґрунтах при основному внесенні?

1. Фосфоритне борошно;

2. Преципітат;
3. Томасшлак;
4. Суперфосфат;
5. Вівіаніт;
6. Фосфатшлак;
7. Апатит;
8. Термофосфат.

15. Яка форма азоту переважає в біомасі рослин?

1. Амонійна;
2. Нітратна;
3. Амінокислотна;
4. Амідна;
5. Білкова.

16. В яких умовах рослина інтенсивно використовує: а) нітратний азот; б) амонійний азот:

1. Кисла реакція середовища;
2. Лужна або нейтральна реакція середовища;
3. Наявність великої кількості в насінні вуглеводів або їх інтенсивний синтез;
4. Підвищений вміст у поживному розчині кальцію, магнію, калію;
5. Підвищена забезпеченість рослин фосфором, молібденом.

17. Поділити за формою азоту азотні добрива на групи: а) нітратні; б) амонійні;

в) нітратно-амонійні; г) аміачні; д) амідні:

1. Сечовино-формальдегідні;
2. Ціанамід кальцію;
3. Сечовина;
4. Натрієва селітра;
5. Кальцієва селітра;
6. Аміак водний технічний;
7. Аміак рідкий синтетичний;
8. Сульфат амонію;
9. Сульфат амонію-натрію;
10. Хлорид амонію;
11. Аміачна селітра;
12. Сульфат-нітрат-амонію;
13. вапнисто-аміачна селітра.

18. Вказати умови ефективного використання нітратних азотних добрив: а) строки внесення; б) способи внесення; в) прийоми внесення; г) на ґрунтах із реакцією середовища:

1. Восени під оранку;
2. Весною в передпосівний обробіток ґрунту або при посіві;
3. Розкидний;
4. Локальний;

5. Основний;
6. Припосівний;
7. Підживлення;
8. Кисла;
9. Лужна або нейтральна.

19. Вказати умови ефективного використання амонійних азотних добрив: *а) кількість вапна, що необхідна для нейтралізації фізіологічної кислотності 1 ц добрива; б) способи і прийоми внесення; в) на яких ґрунтах; г) у поєднання з якими добривами:*

1. 1,3...1,5;
2. 1,5...2,0;
3. Восени врозкид, під оранку;
4. Весною, локально, під передпосівний обробіток ґрунту;
5. На кислих або нейтральних ґрунтах суглинкового гранулометричного складу;
6. На нейтральних або лужних ґрунтах будь-якого гранулометричного складу;
7. З фосфорним борошном, преципітатом або апатитовим концентратом;
8. Із суперфосфатом.

20. Вказати умови ефективного використання рідких азотних добрив: *а) за властивостями ґрунту; б) за способом заробки; в) за способом внесення; г) відстань від рядка при внесенні в міжряддя:*

1. Ґрунти багаті на органічну речовину, добре оброблені, оптимально зволожені, суглинистого або глинистого гранулометричного складу;
2. Ґрунти легкого гранулометричного складу, недостатньо зволожені, бідні на органічну речовину;
3. Поверхнево по ґрунту з поступовою заробкою;
4. Тільки локально на глибину не менше 10 см;
5. У будь-який період року (крім зими), якщо дозволяє стан ґрунту, вносити на глибину не менше 10 см;
6. Тільки у весняно-літній період;
7. У середину міжрядь або на відстані 15-20 см від рядка;
8. Близько до рядка, але так, щоб не пошкодити робочими органами рослини.

21. Вказати умови ефективного використання амідних азотних добрив: *а) сечовини;*

б) ціанаміду кальцію; в) сечовино-формальдегідного добрива:

1. Вносять у підживлення або передпосівний обробіток ґрунту;
2. Вносять під основний або передпосівний обробіток ґрунту, доцільно на дерново-підзолистих або інших кислих ґрунтах;
3. Використовують в умовах зрошення;
4. Перед внесенням обробляють інгібітором нітрифікації;
5. Добриво використовується також як дефоліант.

22. За яким принципом ділять добрива на: а) органічні і мінеральні; б) промислові і місцеві; в) однокомпонентні і комплексні; г) порошкоподібні, кристалічні, гранульовані і рідкі:

1. За агрегатним станом;
2. За хімічним складом і природою;
3. За походженням і місцем одержання;
4. За кількістю головних елементів живлення.

23. Вказати зовнішні ознаки нестачі у рослин: а) азоту; б) фосфору; в) калію:

1. молоді листки з верхівки жовтіють, потім буріють і відмирають, з'являються характерні крайові "опіки";
2. затримується ріст і розвиток рослин, нижні листки набувають тьмяного, інколи фіолетового забарвлення;
3. листки набувають світло-зеленого забарвлення, передчасно жовтіють і опадають, стебло невисоке і тонке.

Відповіді:

	Відповіді
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
11.	
12.	
13.	
14.	
15.	
16.	
17.	
18.	
19.	
20.	
21.	
22.	
23.	

III. (розв'язок задач, відкрита форма з короткою відповіддю)

1. Добриво належить до фосфорних. Містить 19-21 % діючої речовини. Вноситься на всіх ґрунтах в усі строки. Дати назву добрива, його формулу, описати взаємодію з рослиною і ґрунтом.

2. Добриво належить до азотних, містить 15 % діючої речовини, дуже гігроскопічне, найбільш ефективне для внесення в передпосівне удобрення та підживлення. Вказати назву добрива, формулу, взаємодію з рослиною і ґрунтом.

3. Добриво належить до калійних, містить більше 50 % діючої речовини, цінне під усі культури для внесення в різні строки. Написати назву добрива, формулу, взаємодію з ґрунтом і рослиною.

4. Добриво належить до азотних, містить приблизно 35 % діючої речовини. Випускається в гранульованому вигляді. Найпоширеніше серед азотних добрив. Дати назву добрива, точний вміст азоту, вказати, на яких ґрунтах, в яких зонах, під які культури і коли вноситься.

5. Добриво належить до фосфорних, містить приблизно 20 % P_2O_5 , вноситься на кислих ґрунтах в основне удобрення. Написати формулу добрива, спосіб одержання, взаємодію з ґрунтом.

6. Добриво належить до азотних, містить більше 40 % діючої речовини. Вноситься в усі строки і під усі культури, в тому числі використовується для позакореневого підживлення рослин. Вказати, яке це добриво, до якої групи належить, точний вміст азоту в ньому, зовнішній вигляд добрива.

7. Добриво належить до фосфорних, містить 30-50 % діючої речовини. Вноситься на всіх ґрунтах в усі строки. Дати назву добрива, написати його формулу, описати добування і взаємодію з ґрунтом.

8. Добриво належить до калійних, містить приблизно 10 % K_2O , вноситься в основному під буряки. Дати назву добрива, точний вміст K_2O , спосіб внесення в ґрунт і взаємодію з ґрунтом.

9. Розрахувати, скільки центнерів сульфату амонію, суперфосфату і калімагнезії треба внести під картоплю, якщо розрахункова доза $N_{90}P_{90}K_{90}$.

10. Розрахувати, скільки центнерів аміачної селітри, суперфосфату і калійної солі треба внести в основне удобрення під озиму пшеницю, якщо розрахункова доза $N_{45}P_{45}K_{45}$.

11. Розрахувати, скільки центнерів аміачної селітри, суперфосфату і сильвініту треба внести в припосівне удобрення під цукрові буряки, якщо розрахункова доза $N_{10}P_{15}K_{10}$.

12. Перерахувати один вид добрива в інший. 30 ц/га сечовини $CO(NH_2)_2$ – 46 % N перерахувати в аміачну селітру NH_4NO_3 – 34 % N.

13. Розрахувати кількість окремих добрив для виготовлення сумішей. В основне удобрення, під картоплю, потрібно внести $N_{90}P_{60}K_{80}$.

14. Обчислити норму внесення мінеральних добрив у фізичній масі та підібрати їх види, строки внесення під картоплю, якщо за вегетаційний період культура виносить з ґрунту 180 кг азоту, 100 кг фосфору, 110 кг калію.

15. Розрахувати потрібну кількість добрив в кг на ділянку, ширина якої становить 10 м, довжина – 28 м. За схемою досліду слід внести $N_{70}P_{90}K_{90}$. Добрива: сульфат амонію, фосфоритне борошно, калійна сіль.

16. Обчислити норму внесення мінеральних добрив у фізичній масі та підібрати їх види, строки внесення під льон, якщо за вегетаційний період культура виносить з ґрунту 120 кг азоту, 115 кг фосфору, 130 кг калію.

17. Розрахувати потрібну кількість добрив в кг на ділянку, ширина якої становить 15 м, довжина 30 м. За схемою досліду слід внести $N_{65}P_{45}K_{50}$. Добрива: карбамід, подвійний суперфосфат, сульфат калію.

18. Обчислити норму внесення мінеральних добрив у фізичній масі та підібрати їх види, строки внесення під цукрові буряки, якщо за вегетаційний період культура виносить з ґрунту 210 кг азоту, 160 кг фосфору, 240 кг калію.

19. Розрахувати потрібну кількість добрив в кг на ділянку, ширина якої становить 10 м, довжина – 20 м. За схемою досліду потрібно внести $N_{80}P_{30}K_{80}$. Добрива: аміачна селітра, подвійний суперфосфат, хлористий калій.

20. Які азотні добрива відносять до групи амонійно-нітратним добривам. Вказати властивості, вміст діючої речовини.

21. Амідні азотні добрива. Вказати, властивості, вміст діючої речовини.

22. Водорозчинні фосфорні добрива. Вказати, властивості, вміст діючої речовини.

23. Які калійні добрива відносять до групи «прості калійні добрива» та вказати властивості, вміст діючої речовини.

24. Нерозчинні фосфорні добрива. Вказати властивості, вміст діючої речовини.

25. Привести приклади нітратних азотних добрив, вказати властивості, вміст діючої речовини.

26. Надати приклади рідких азотних добрив та вказати властивості, діючу речовину.

27. Охарактеризувати мікродобрива. Вказати способи ефективного їх використання.

28. Вказати шляхи зниження негативної дії добрив на довкілля.

29. Який об'єкт найбільше піддається забрудненню в результаті використання добрив?

30. Напіврозчинні фосфорні добрива. Вказати властивості, вміст діючої речовини.

IV. Запитання з множинними відповідями

1. Якісні реакції на добрива

№	Якісні реакції на добриво	Добрива		
		I. сечовина	II. фосфоритне борошно	III. калімаг- незія
1	розчинне у воді			
2	важкорозчинне у воді			
3	нерозчинне у воді			
4	спалахує і горить на розжареному вугіллі			
5	плавиться на розжареному вугіллі			
6	Утворюється осад (каламуть або кристали) з розчином $K_2H_2Sb_2O_7$			
7	жовтий осад з кобальтинітриту натрію $[Na_3Co(NO_2)_6]$			
8	жовто-бурий осад або розчин жовтого кольору з реактивом Несслера			
9	молочно-білий осад з $BaCl_2$			
10	сирнистий осад з $AgNO_3$			
11	виділяється аміак з $NaOH$			
12	не виділяється аміак з $NaOH$			
13	жовтий осад з $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ в HNO_3			
14	білий осад з кислим виннокислим натрієм $NaC_4H_5O_6$			
15	з HCl кипить з виділенням CO_2			
16	білий осад з $(NH_4)_2C_2O_4$			
17	темно-буре (синє) кільце з дифеніламіном у H_2SO_4			
18	рожево-фіолетове забарвлення з $KOH + CuSO_4$			
19	білий кристалічний осад			

2. Якісні реакції на добрива

№	Якісні реакції на добриво	Добрива		
		I. нітрофоска	II. калійна сіль	III. фосфатшлак
1	розчинне у воді			
2	важкорозчинне у воді			
3	нерозчинне у воді			
4	спалахує і горить на розжареному вугіллі			
5	плавиться на розжареному вугіллі			
6	Утворюється осад (каламуть або кристали) з розчином $K_2H_2Sb_2O_7$			
7	жовтий осад з кобальтинітрити натрію $[Na_3Co(NO_2)_6]$			
8	жовто-бурий осад або розчин жовтого кольору з реактивом Несслера			
9	молочно-білий осад з $BaCl_2$			
10	сирнистий осад з $AgNO_3$			
11	виділяється аміак з $NaOH$			
12	не виділяється аміак з $NaOH$			
13	жовтий осад з $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ в HNO_3			
14	білий осад з кислим виннокислим натрієм $NaC_4H_5O_6$			
15	з HCl кипить з виділенням CO_2			
16	білий осад з $(NH_4)_2C_2O_4$			
17	темно-буре (синє) кільце з дифеніламіном у H_2SO_4			
18	рожево-фіолетове забарвлення з $KOH + CuSO_4$			
19	білий кристалічний осад			

3. Якісні реакції на добрива

№	Якісні реакції на добриво	Добрива		
		I. хлорид калію	II. амофос	III. аміачна селітра
1	розчинне у воді			
2	важкорозчинне у воді			
3	нерозчинне у воді			
4	спалахує і горить на розжареному вугіллі			
5	плавиться на розжареному вугіллі			
6	Утворюється осад (каламуть або кристали) з розчином $K_2H_2Sb_2O_7$			
7	жовтий осад з кобальтинітрити натрію $[Na_3Co(NO_2)_6]$			
8	жовто-бурий осад або розчин жовтого кольору з реактивом Несслера			
9	молочно-білий осад з $BaCl_2$			
10	сирнистий осад з $AgNO_3$			
11	виділяється аміак з $NaOH$			
12	не виділяється аміак з $NaOH$			
13	жовтий осад з $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ в HNO_3			
14	білий осад з кислим виннокислим натрієм $NaC_4H_5O_6$			
15	з HCl кипить з виділенням CO_2			
16	білий осад з $(NH_4)_2C_2O_4$			
17	Темно-буре (синє) кільце з дифеніламіном у H_2SO_4			
18	рожево-фіолетове забарвлення з $KOH+CuSO_4$			
19	білий кристалічний осад			

4. Якісні реакції на добрива

№	Якісні реакції на добриво	Добрива		
		I. сильвініт	II. натрієва селітра	III. суперфосфат
1	розчинне у воді			
2	важкорозчинне у воді			
3	нерозчинне у воді			
4	спалахує і горить на розжареному вугіллі			
5	плавиться на розжареному вугіллі			
6	Утворюється осад (каламуть або кристали) з розчином $K_2H_2Sb_2O_7$			
7	жовтий осад з кобальтинітриту натрію $[Na_3Co(NO_2)_6]$			
8	жовто-бурий осад або розчин жовтого кольору з реактивом Несслера			
9	молочно-білий осад з $BaCl_2$			
10	сирнистий осад з $AgNO_3$			
11	виділяється аміак з $NaOH$			
12	не виділяється аміак з $NaOH$			
13	жовтий осад з $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ в HNO_3			
14	білий осад з кислим виннокислим натрієм $NaC_4H_5O_6$			
15	з HCl кипить з виділенням CO_2			
16	білий осад з $(NH_4)_2C_2O_4$			
17	темно-буре (синє) кільце з дифеніламіном у H_2SO_4			
18	рожево-фіолетове забарвлення з $KOH+CuSO_4$			
19	білий кристалічний осад			

5. Якісні реакції на добрива

№	Якісні реакції на добриво	Добрива		
		I. сульфат амонію	II. преципітат	III. поташ
1	розчинне у воді			
2	важкорозчинне у воді			
3	нерозчинне у воді			
4	спалахує і горить на розжареному вугіллі			
5	плавиться на розжареному вугіллі			
6	Утворюється осад (каламуть або кристали) з розчином $K_2H_2Sb_2O_7$			
7	жовтий осад з кобальтинітриту натрію $[Na_3Co(NO_2)_6]$			
8	жовто-бурий осад або розчин жовтого кольору з реактивом Несслера			
9	молочно-білий осад з $BaCl_2$			
10	сирнистий осад з $AgNO_3$			
11	виділяється аміак з $NaOH$			
12	не виділяється аміак з $NaOH$			
13	жовтий осад з $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ в HNO_3			
14	білий осад з кислим виннокислим натрієм $NaC_4H_5O_6$			
15	з HCl кипить з виділенням CO_2			
16	білий осад з $(NH_4)_2C_2O_4$			
17	темно-буре (синє) кільце з дифеніламіном у H_2SO_4			
18	рожево-фіолетове забарвлення з $KOH+CuSO_4$			
19	білий кристалічний осад			

6. Якісні реакції на добрива

№	Якісні реакції на добриво	Добрива		
		I. калієва селітра	II. хлорид амонію	III. каїніт
1	розчинне у воді			
2	важкорозчинне у воді			
3	нерозчинне у воді			
4	спалахує і горить на розжареному вугіллі			
5	плавиться на розжареному вугіллі			
6	Утворюється осад (каламуть або кристали) з розчином $K_2H_2Sb_2O_7$			
7	жовтий осад з кобальтинітриту натрію $[Na_3Co(NO_2)_6]$			
8	жовто-бурий осад або розчин жовтого кольору з реактивом Несслера			
9	молочно-білий осад з $BaCl_2$			
10	сирнистий осад з $AgNO_3$			
11	виділяється аміак з $NaOH$			
12	не виділяється аміак з $NaOH$			
13	жовтий осад з $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ в HNO_3			
14	білий осад з кислим виннокислим натрієм $NaC_4H_5O_6$			
15	з HCl кипить з виділенням CO_2			
16	білий осад з $(NH_4)_2C_2O_4$			
17	темно-буре (синє) кільце з дифеніламіном у H_2SO_4			
18	рожево-фіолетове забарвлення з $KOH+CuSO_4$			
19	білий кристалічний осад			

7. Якісні реакції на добрива

№	Якісні реакції на добриво	Добрива		
		I. нітроамо- фоска	II. вівіаніт	III. сульфат калію
1	розчинне у воді			
2	важкорозчинне у воді			
3	нерозчинне у воді			
4	спалахує і горить на розжареному вугіллі			
5	плавиться на розжареному вугіллі			
6	Утворюється осад (каламуть або кристали) з розчином $K_2H_2Sb_2O_7$			
7	жовтий осад з кобальтинітрити натрію $[Na_3Co(NO_2)_6]$			
8	жовто-бурий осад або розчин жовтого кольору з реактивом Несслера			
9	молочно-білий осад з $BaCl_2$			
10	сирнистий осад з $AgNO_3$			
11	виділяється аміак з $NaOH$			
12	не виділяється аміак з $NaOH$			
13	жовтий осад з $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ в HNO_3			
14	білий осад з кислим виннокислим натрієм $NaC_4H_5O_6$			
15	з HCl кипить з виділенням CO_2			
16	білий осад з $(NH_4)_2C_2O_4$			
17	темно-буре (синє) кільце з дифеніламіном у H_2SO_4			
18	рожево-фіолетове забарвлення з $KOH+CuSO_4$			
19	білий кристалічний осад			

8. Якісні реакції на добрива

№	Якісні реакції на добриво	Добрива		
		I. кальцієва селітра	II. діамофос	III. ціанамід кальцію
1	розчинне у воді			
2	важкорозчинне у воді			
3	нерозчинне у воді			
4	спалахує і горить на розжареному вугіллі			
5	плавиться на розжареному вугіллі			
6	Утворюється осад (каламуть або кристали) з розчином $K_2H_2Sb_2O_7$			
7	жовтий осад з кобальтинітриту натрію $[Na_3Co(NO_2)_6]$			
8	жовто-бурий осад або розчин жовтого кольору з реактивом Несслера			
9	молочно-білий осад з $BaCl_2$			
10	сирнистий осад з $AgNO_3$			
11	виділяється аміак з $NaOH$			
12	не виділяється аміак з $NaOH$			
13	жовтий осад з $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ в HNO_3			
14	білий осад з кислим виннокислим натрієм $NaC_4H_5O_6$			
15	з HCl кипить з виділенням CO_2			
16	білий осад з $(NH_4)_2C_2O_4$			
17	темно-буре (синє) кільце з дифеніламіном у H_2SO_4			
18	рожево-фіолетове забарвлення з $KOH+CuSO_4$			
19	білий кристалічний осад			

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Агроекологічна оцінка добрив: [Навчальний посібник] / І. У. Марчук, Л. А. Ященко. – К.: Компрінт, 2016. – 287 с.
2. Господаренко Г. М. Агрохімія: підручник, Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2018. – 560 с.
3. Господаренко Г. М. Агрохімія : підручник. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2019. 560 с.
4. Господаренко Г. М. Практикум з агрохімії. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2020. 148 с.
5. Господаренко Г. М. Агрохімія мікроелементів. Київ: ТОВ «ТРОПЕА», 2023. 416 с.
6. Господаренко Г. М. Агрохімія: підручник, Київ: ТОВ «ТРОПЕА», 2024. 572 с.
7. Господаренко Г. М. Агрохімія мікроелементів. Київ: ТОВ «ТРОПЕА», 2025. 416 с.
8. Діагностика живлення рослин: навч. посібник /І. У. Марчук, Н. М. Бикіна, Н. П. Бордюжа. – К.: Вид. центр НУБіП України, 2016. 242 с.
9. Діагностика живлення рослин. / Євпак І. В., Семенко Л. О., Павлюк С. Д. //Методичні рекомендації для занять з навчальної дисципліни «Агрохімія» для здобувачів освіти спеціальності 201 «Агрономія». Київ: Вид. центр НУБіП України, 2023 р., 56 с.