

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра загального землеробства

**АГРОХІМІЯ**

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт  
для здобувачів ОПП Агронія спеціальності 201-Агронія  
першого (бакалаврського) ступеня вищої освіти  
згідно вимог кредитно-трансферної  
системи навчання



Кропивницький, 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**АГРОХІМІЯ**

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт  
для здобувачів ОПП Агрономія спеціальності 201-Агрономія  
першого (бакалаврського) ступеня вищої освіти  
згідно вимог кредитно-трансферної  
системи навчання

Затверджено на засіданні  
кафедри загального землеробства  
протокол №1 від 15.08.2022 р.

Кропивницький, 2022

Сало Л.В., Трикіна Н.М. Агрохімія. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для здобувачів ОПП Агрономія спеціальності 201-Агрономія першого (бакалаврського) ступеня вищої освіти згідно вимог кредитно-трансферної системи навчання. Кропивницький: ЦНТУ, 2022. 44 с.

Рецензент: Г.А.Кулик - доцент, кандидат сільськогосподарських наук.

## Зміст

Вступ	6
<i>Лабораторна робота № 1. РОБОТА В АНАЛІТИЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ</i> Правила техніки безпеки. Види лабораторного посуду. Методи у агрохімічній аналітиці. Приготування розчинів.	7
<i>Лабораторна робота № 2. РОБОТА ЗІ ЗРАЗКАМИ</i> Види та відбір проб і підготовка зразків до агрохімічного аналізу	13
<i>Лабораторна робота № 3. АНАЛІЗ РОСЛИН</i> Визначення вмісту води в рослинах. Визначення вмісту сирової золи в рослинах.	15
<i>Лабораторна робота № 4. АНАЛІЗ ВАПНЯНИХ ДОБРІВ</i> Визначення нейтралізуючої здатності вапняних добрив	19
<i>Лабораторна робота № 5. ВИЗНАЧЕННЯ ДОБРІВ ЗА ЯКІСНИМИ РЕАКЦІЯМИ</i> Визначення азотних добрив за якісними реакціями.	20
<i>Лабораторна робота № 6.</i> Визначення фосфорних добрив за якісними реакціями	24
<i>Лабораторна робота № 7.</i> Визначення калійних добрив за якісними реакціями	25
<i>Лабораторна робота № 8. ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ РОСЛИН (тканинна діагностика)</i> Визначення ступеня забезпеченості рослин азотом. Визначення доцільності проведення підживлення озимих	27
<i>Лабораторна робота № 9.</i> Визначення ступеня забезпеченості рослин фосфором	28
<i>Лабораторна робота № 10.</i> Визначення ступеня забезпеченості рослин калієм Визначення доцільності проведення підживлення озимих	28
<i>Лабораторна робота № 11. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ В ДОБРИВАХ</i> Визначення вмісту амонійного азоту в добривах формальдегідним методом	30
<i>Лабораторна робота № 12.</i> Визначення вмісту доступного фосфору в суперфосфаті	31

*Лабораторна робота № 13.*

Визначення вмісту доступного калію в хлористому калії

32

*Лабораторна робота № 14.*

Змішування розчинів. Приготування розчинів мікродобрів та регуляторів росту для обробки насіння та вегетуючих рослин

33

*Лабораторна робота № 15.*

Розрахунки фізичної маси добрив за вмістом діючої речовини у простих та комплексних добривах

37

Рекомендована література

43

## Вступ

Агрохімія - це хімічна та біологічна наука з виходом у практику. Головним методом вивчення питань агрохімії є польовий дослід, де в польових умовах вивчають питання, пов'язані із застосуванням добрив під сільськогосподарські культури.

Для збільшення врожайності культур, підвищення якості врожаю шляхом застосування добрив потрібно знати біологічні особливості живлення культури, її критичні періоди та період максимальної потреби в елементах мінерального живлення, властивості добрив та ґрунту. На основі цих знань визначають форми і норми добрив, прийоми та способи їх застосування, строки їх внесення.

З метою визначення забезпеченості ґрунту елементами мінерального живлення користуються лабораторними методами. В лабораторії визначають також вміст елементів живлення в рослинах та встановлюють якість продукції рослинництва, хімічний склад добрив та ґрунту.

В даній методичній розробці пропонується ознайомитися із загальними правилами роботи в агрохімічній лабораторії, звертається увага на техніку безпеки, правила виготовлення необхідних реактивів, загальні правила проведення розрахунків.

Матеріал викладено відповідно до робочої програми з агрохімії. Він включає окремі методи лабораторних досліджень, а також питання теорії агрохімії для контролю знань студентів, що вони отримують на лекціях та під час самостійної роботи з літературою.

### **Завдання та зміст лабораторних занять.**

Завдання даного методичного посібника полягає в тому, щоб допомогти студенту більш ефективно виконати програму лабораторних занять з курсу агрохімії, закріпити та поглибити знання з теоретичного курсу.

Мета запропонованих лабораторних занять слідує:

1. Ознайомити студентів з методами проведення агрохімічних аналізів.
2. Допомогти студентам в опануванні методів агрохімічних аналізів рослин, ґрунту, добрив.
3. Навчити студентів правильно аналізувати результати агрохімічних досліджень і практично їх використовувати.

### **Порядок проходження лабораторних занять**

Робота в хімічній лабораторії вимагає від студентів великої уваги та акуратності. Під час лабораторних робіт вони мають справу з хімічними реактивами: кислотами, лугами, в тому числі і концентрованими солями та складними приладами. Неуважність і неакуратність може бути причиною нещасних випадків, тому до початку аналітичної роботи необхідно ознайомитись з правилами безпеки при роботі в лабораторії і обов'язково дотримуватись їх.

Допуск до виконання лабораторного заняття проводиться тільки після попередньої перевірки викладачем підготовленості студентів.

Робочий зошит є звітом перед викладачем. Хімічний аналіз рахується виконаним і зарахованим при умові надання викладачу правильних результатів аналізу, всіх записів в зашиті і усної відповіді на контрольні запитання.

Форма запису лабораторної роботи наступна.

1. Прилади та реактиви.
2. Значення та принцип методу.
3. Основні реакції (якщо вони відбуваються).
4. Запис результатів за запропонованою формою
5. Висновок.

Висновок формулюється на основі отриманих результатів самим студентом і даними літератури, або на основі даних студентів групи. //Наприклад:

-студент визначав вміст води в зерні озимої пшениці. Результат склав 15,5%.

*Висновок:* зерно закладати на зберігання неможливо, так як на зберігання закладають зерно з вологістю 14%.

-два студенти визначали вміст води в листках буряків. Один визначив у листових пластинках – 82,7%, інший – у черешках – 87,4%.

*Висновок:* листові пластинки забезпечує рослину пластичними речовинами, а черешки – провідна система для води і пластичних речовин.

*Неправильним буде написати: Вміст води в зерні 15,5%, бо це є результат аналізу//*

### **Лабораторна робота № 1. РОБОТА В АНАЛІТИЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ**

**Техніка безпеки. Види лабораторного посуду. Методи у агрохімічній аналітиці. Приготування розчинів.**

#### **Правила техніки безпеки при роботі в аналітичній лабораторії**

При роботі в лабораторії необхідно дотримуватися правил з техніки безпеки. Недотримання правил може бути причиною нещасних випадків.

1. До виконання лабораторної роботи допускаються студенти, які ознайомилися з методикою її виконання, одягнені в захисний халат.

2. Студентам дозволяє користуватися приладами та реактивами викладач, який веде заняття, або завідувач лабораторії.

3. Лабораторні роботи з небезпечними хімікатами проводять у витяжній шафі.

4. Концентровані кислоти виливають у воду при їх змішуванні, а не навпаки; концентровані кислоти не змішують з лугами.

5. При роботі з концентрованими кислотами, лугами і аміачними розчинами необхідно наливати рідину тільки через лійку.

6. Концентровані кислоти і луки вимірювати тільки за допомогою автоматичної піпетки або мірним циліндром на кахельному столі або склі. Якщо кислота або луг розіллється, то їх зразу засипають піском, а потім це місце нейтралізують содою (якщо розіллється кислота), або кислотою (якщо розіллється луг).

7. Перед нагріванням скляний посуд зверху ретельно витирають сухим рушником. Не направляють отвір з киплячим розчином на себе та сусідів.

8. Летючі рідини переганяють на водяній бані. Якщо рідина випадково загорілася, то спочатку виключають нагрівач, а після накривають посудину азбестом чи рушником. Розливу горючу речовину засипають піском.

9. При проведенні дослідів з летючими речовинами приміщення провітрюють.

10. При визначенні запаху речовини, посудину потрібно держати на відстані, направляючи до носа невелику кількість парів легкими рухами руки.

11. Потрібно обережно поводитися з скляними приладами і посудом. При закриванні корком не слід застосовувати великих зусиль.

12. Під час виконання лабораторної роботи не дозволяється голосно розмовляти, звертатися до сусіда поштовхом по плечу.


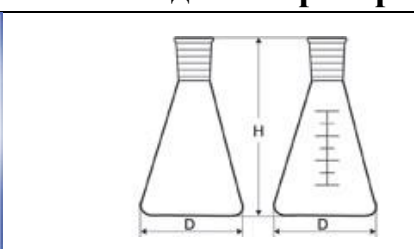
13. Не слід вмикати електроприлади вологими руками. Забороняється торкатися предметів, які проводять струм, до спіралі електроплитки або інших нагрівальних приладів.


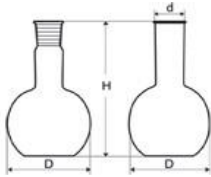

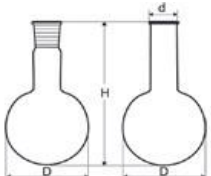

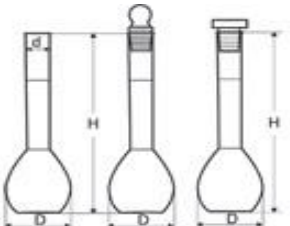

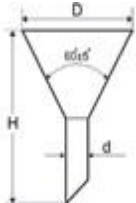
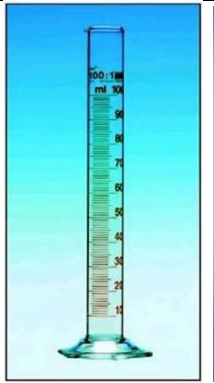
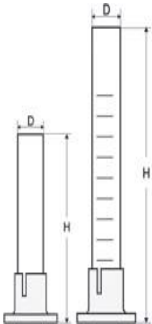

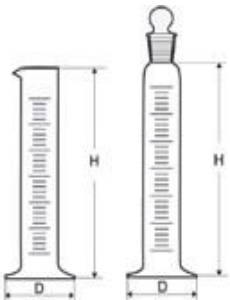
### Перша допомога при нещасних випадках


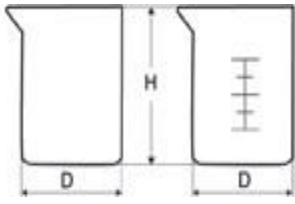

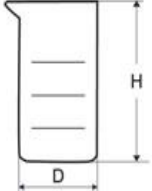

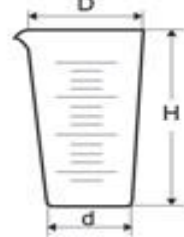





Нещасний випадок	Перша допомога потерпілому
Опіки тіла концентрованою кислотою	Необхідно спочатку зняти цю рідину, не розтираючи її. Ретельно змити залишки кислоти водою, змастити опечене місце 5%-ним розчином соди
Опіки очей лугами	Промити очі водою, а після 2%-ним розчином марганцевокислого калію або 5%-ним розчином тиміну
Опіки тіла паром чи гарячими предметами	Змастити місце опіку спиртом, потім обробити речовинами, що містять жири
Отруєння кислотами	Прийняти вапняну воду, суспензію магnezії, молоко
Отруєння лугами	Прийняти в середину розведену 1% оцтову, або лимонну кислоту
Отруєння аміаком, оксидами азоту	Винести потерпілого на свіже повітря, при необхідності провести штучне дихання, дати кисень
Порізи склом	Вийняти з рани скло, обробити рану перекисом водню і накласти пов'язку
Поранення з сильною кровотечею	Зупинити кров пов'язкою, накладеною вище пораненого місця

В усіх випадках після надання першої допомоги терміново звернутися до найближчого медичного пункту

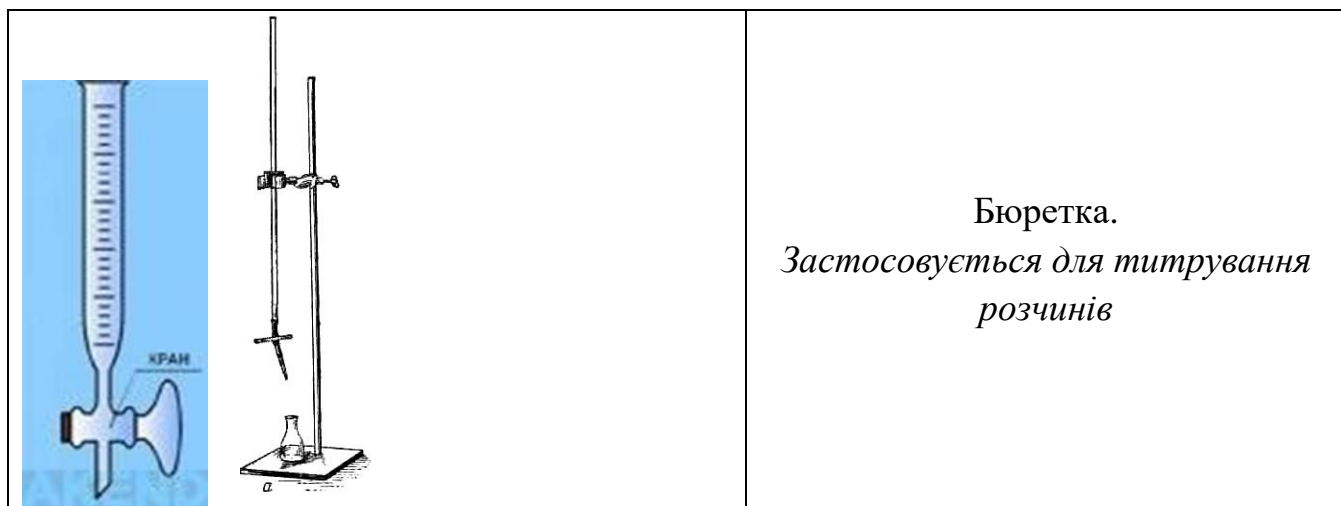
### Види лабораторного посуду

		<p>Колби конічні. Застосовують для фільтрування, випарювання, перегонки, дистиляції і синтезу в лабораторних умовах</p>
---	---	---

		<p>Колби плоскодонні. Застосовують для прийому речовин при перегонці, для органічних синтезів і аналітичних робіт</p>
		<p>Колби круглдонні. Застосовують для прийому речовин при перегонці, для органічних синтезів і аналітичних робіт.</p>
		<p>Мірні колби. Застосовують для вимірювання і зберігання певного об'єму рідини</p>
		<p>Лійки для сипучих речовин та рідин. Застосовують для пересипання сипучих зразків та реактивів, переливання і фільтрування рідин</p>
		<p>Циліндри. Мірні та для ареометрів на скляній та пластмасовій основі. Застосовують для вимірювання певного об'єму рідини</p>
		<p>Циліндри. Мірні на скляній основі. Застосовують для вимірювання та зберігання певного об'єму рідини</p>

		<p>Стакани хімічні широкі. Звичайні і мірні. Застосовують для фільтрування, випарювання і приготування розчинів у лабораторних умовах.</p>
		<p>Стакани хімічні вузькі. Застосовують для вимірювання об'єму і відстоювання рідини.</p>
		<p>Мензурки хімічні. Застосовують для вимірювання об'єму і відстоювання рідини.</p>
		<p>Піпетки неградузовані. Застосовують для точного вимірювання заданого об'єму рідини</p>
		<p>Піпетки градузовані. Застосовують для вимірювання певного об'єму рідини</p>
		<p>Пробірки неградузовані і градузовані. Застосовують: для проведення якісних реакцій, для вимірювання та зберігання певного об'єму рідини</p>
		<p>Бюкси металеві. Використовуються для зберігання проб, матеріал - алюміній</p>

	<p><b>Сита металеві.</b>  <i>Використовуються для просіювання сипучих матеріалів та при визначенні гранулометричного складу ґрунту</i></p>
	<p><b>Ексикатор.</b>  <i>Посудина, в якій підтримується певна вологість повітря (близька до нуля), виготовлений з товстого скла. Площина з'єднання з кришкою для досягнення герметичності змазується спеціальною змазкою. Використовують для повільного висушування, зберігання гігроскопічних сполук. Для деяких цілей можливе створення вакууму всередині ексикатора</i></p>
	<p><b>Ступки керамічні.</b>  <i>Застосовуються для розтирання сухих зразків</i></p>
	<p><b>Тиглі керамічні.</b>  <i>Застосовуються для сухого озолення зразків в муфельних печах при високих температурах</i></p>
	<p><b>Чашки керамічні.</b>  <i>Застосовуються для випарювання, відстоювання і кристалізації розчинів.</i></p>



### Методи у агрохімічній аналітиці

**Об'ємні методи, або методи титрування** – це методи, в яких проводять облік рідин, що реагують між собою, змінюючи рН розчину. В об'ємних методах, як правило, беруть участь розчини малої відомої концентрації та індикатори. Якщо відома кількість речовини певної концентрації, що взяла участь у реакції, то можна визначити яка була концентрація невідомої речовини. Об'ємні методи вимагають від дослідника чітко фіксувати об'єми розчинів. Для цього користуються піпетками для вимірювання досліджуваного розчину та бюретками для титрування.

**Фотометричні методи.** Суть роботи полумєневих фотометрів. На полумєневих фотометрах визначають концентрацію калію, кальцію, натрію та інших елементів у розчинах. Відомо, що після прогрівання окремих елементів до визначених температур вони забарвлюються. Так, наприклад, натрій забарвлює полум'я, в якому він розжарюється, у жовто-оранжевий колір, калій – у синьо-фіолетовий. Інтенсивність випромінювання пропорційна концентрації елементів. Для досягнення відповідної температури горіння користуються відповідним газом. У полум'я подають розпилений розчин в якому визначають вміст даного елемента. Збуджені атоми випромінюють енергію, яка через спеціальні інтерференційні світлофільтри, придатні для визначення даного елемента, попадає на фотоелемент. Світлова енергія у фотоелементі перетворюється у електричну і силу струму визначає мікроамперметр. Для визначення концентрації елемента в розчині виготовляють шкалу стандартних розчинів даного елемента. Визначають показники полумєневого фотометра при попаданні розчинів різних концентрацій у полум'я і будують графік залежності показника мікроамперметра від вмісту елемента в розчині. Після побудови графіку стандартних розчинів пускають у полум'я досліджувані розчини і за інтерполяцією отриманих даних визначають вміст досліджуваного елемента у розчині.

**Іонометричні методи.** Іонометри призначені для вимірювання активності одновалентних та двовалентних іонів та окислювально-відновлювальних потенціалів у водних розчинах. Для вимірювання активності іонів у розчинах використовується електродна система з іоноселективними вимірювальними електродами та перетворювач. В іономері для визначення вмісту нітратів використовується два електроди. Один електрод основний – нітратний, а другий

допоміжний електрод – хлорсрібний. Робота перетворювача полягає на перетворенні електрорушійних сил електродної системи в пропорційну за величиною напругу, яка потім перетворюється у цифрові коди та аналоговий вихідний сигнал.

**Термогравіметричні методи.** Слово “термогравіметричні” означає, що методика побудована на зміні температурного режиму досліджуваного матеріалу і при цьому реєструється його маса в динаміці.

### **Приготування та зберігання розчинів**

Розчини приблизної концентрації готують на дистильованій воді і зберігають в бутлях, або в колбах з притертою пробкою, заповнених на 85-90% ємності. Для виготовлення процентних, молярних та нормальних розчинів не вимагається висока точність, зважування проводять на технічній вазі, або розчин відмірюють циліндром.

**Процентні розчини.** При кімнатній температурі маса 1 л води близька до 1 кг, тому воду міряють, а не зважують. Так, для виготовлення 5% розчину  $\text{CuSO}_4$  беруть 50 г солі та 950 мл води. Наважку солі розчиняють у половинній кількості води (500 мл), після розчинення приливають решту води і добре розмішують. При цьому потрібно дотримуватися техніки безпеки так як при розчиненні кислоти, або лугу розчин розігрівається. Потрібно використовувати термостійкий посуд, лити повільно кислоту у воду і частину води залишати для повного перенесення речовини у розчин, що виготовляється. Працюють під витяжною шафою.

**Нормальні розчини.** Використовують мірні колби. Нормальність виражають числом грам-еквівалентів речовини в 1 л розчину. Для виготовлення 1 н. розчину  $\text{KCl}$  зважують 74,56 г (39,1+35,46)  $\text{KCl}$  переносять у мірну колбу на 1 л, розчиняють водою і доводять розчин до 1 л водою. Сірчану кислоту 1 н концентрації виготовляють аналогічно: 49,04г  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (27,8 мл) розчиняють в літровій колбі і доводять об'єм водою до 1 л.

## ***Лабораторна робота № 2. РОБОТА ЗІ ЗРАЗКАМИ***

### **Види та відбір проб і підготовка зразків до агрохімічного аналізу**

Практично всі об'єкти дослідження в агрохімії мають неоднорідний хімічний склад, а тому для визначення середнього вмісту будь-якого показника потрібно насамперед правильно відібрати зразок для аналізу.

#### **Відбір проб рослин і підготовка їх до аналізу.**

При аналізі рослинного матеріалу безпосередньо в аналізі бере участь маса 10-30 г. А маса однієї рослини може бути на один-два порядки більшою. Крім цього, кожній рослині характерний для неї хімічний чи біохімічний склад. Для отримання достовірних результатів аналізу, які можуть характеризувати середні показники рослин, на полі відбирають зразки для різних рослин за окремими методиками. Відбір зразків проводиться за такою схемою.

1. **Польовий**, або початковий зразок відбирають із різних місць. Кількість рослин залежить від маси окремо взятої рослини. Якщо відбір зразка проводять на початку вегетації рослин, то польовий зразок може включати сотні рослин (200 - 300

шт./зразок). Із ростом рослин їх маса збільшується і в один зразок відбирають менше рослин - 50 - 100. Перед збиранням культури з різних місць відбирають зразок, до якого входить не менше 10 рослин, що мають велику масу і до 100 рослин з малою масою.

2. **Лабораторний** середній зразок роблять із попереднього польового зразка, який має масу 0,5 - 1,0 кг. Для цього польовий зразок рослин зважують, після чого розбирають за окремими органами рослин: плоди (зерно, бульби, коренеплоди, насіння), листки, стебла, корені.

Визначають масу кожної групи органів окремо і визначають між ними співвідношення, за яким формують лабораторний зразок. Якщо середній зразок має масу більше 1 кг, то його зменшують.

Для зменшення зразка рослинну масу подрібнюють, рівномірно розстеляють на столі, або на поліетиленовій плівці і з різних місць розстеленої маси відбирають необхідну кількість речовини (0,5 - 1,0 кг) для лабораторних досліджень.

Різні за величиною плоди (коренеплоди, головки капусти, гарбузи, картоплю) спочатку ділять на три групи: великі, середні, малі. Кожну групу окремо зважують і визначають їх співвідношення. Для зменшення розрізають рівно навпіл (по вертикалі зразка). Одну половинку беруть для аналізу, іншу відкидають. Можна також відбирати четверту частину, а три чверті відкинути. У лабораторному зразку співвідношення між масами великих, середніх та малих плодів потрібно зберегти, або аналіз проводити окремо в кожній групі.

У свіжовідбраному матеріалі рослин проводять аналіз показників, які швидко змінюються (вміст води, цукру, азотистих речовин, ферментів). Решту показників визначають після висушування матеріалу до повітряно сухого стану (золу, клітковину, олію та ін.).

Для збереження природного хімічного складу зразки свіжого матеріалу фіксують в сушильних шафах. Перш ніж сушити матеріал, необхідно припинити в ньому дію ферментів та мікроорганізмів, які змінюють його хімічний склад. Для цього подрібнений матеріал у відповідній тарі ставлять у сушильну шафу і витримують 20 - 30 хвилин при температурі 100 - 105 градусів. При цьому більшість мікробів гине, а ферменти втрачають свою активність. Далі матеріал сушать при температурі 60 - 70°C у шафі, або на повітрі, не допускаючи попадання на матеріал прямих сонячних променів. Потрібно пам'ятати, що рослинний матеріал в процесі висушування та зберігання здатний вбирати різні речовини з повітря. Тому в лабораторії повинно бути чисте повітря без летких сполук (аміак, кислоти та ін.). Доведений до повітряно сухого стану рослинний матеріал розмелюють на лабораторному млинку, просівають через сито 0,25 мм і використовують для аналізу.

3. **Аналітичний зразок** - це маса рослинного матеріалу, яка безпосередньо бере участь у аналізах. Для цього подрібнений матеріал переносять у банку з притертою пробкою. При такому способі зберігання вологість рослинного матеріалу та його хімічний і біохімічний склад майже не змінюється. Маса аналітичного зразка може коливатися в межах 50 - 150 г і залежить від того, скільки потрібно для проведення різних аналізів.



### **Відбір зразків ґрунту і підготовка їх до аналізу.**

Агрохімічний аналіз ґрунту проводиться з метою:

-оцінки рівня родючості ґрунту для встановлення забезпеченості сільськогосподарських культур доступними формами елементів живлення і потреби у використанні добрив;

-визначенням агрохімічних властивостей, що виявляють на взаємодії мінеральних добрив з ґрунтом і дозволяють робити висновок про необхідність хімічної меліорації, про строки внесення добрив поглинальна та буферна здатність, реакція ґрунту, ступінь кислотності або лужності, ступінь і характер засолення та ін.;

-контролю за зміною вмісту в ґрунті поживних речовин і їх доступності рослинам залежним від прийомів технології використання добрив і засобів хімічної меліорації;

-дослідження процесів взаємодії добрив з ґрунтом, а також для оцінки балансу поживних речовин в землеробстві.

Для агрохімічної оцінки земель і контролю за зміною актуальної родючості ґрунту науково-виробничими підрозділами агрохімслужби по договорах з сільськогосподарськими підприємствами, фермерськими господарствами, проводиться агрохімічне обстеження ґрунтів. Результати обстеження використовуються для розробки рекомендацій і проектно-кошторисної документації про використання добрив і хімічних меліорантів в господарствах.

Агрохімічне обстеження необхідно проводити на всіх типах сільськогосподарських угідь з періодичністю в 5 років. Елементарна ділянка для середнього зразка ґрунту на Поліссі складає 5 га, в Лісостепу і Степу 10 га. На зрошуваних ділянках один змішаний зразок відбирають з 1 – 5 га.

1. **Польовий** зразок ґрунту відбирають на глибину одного і підорного шарів. Змішаний зразок складається з 20 індивідуальних проб, взятих за допомогою бура. Таким чином набирають змішаний зразок масою 0,3 – 0,5 кг. Розміщення точок для відбирання індивідуальних проб залежить від конфігурації поля, Якщо воно довге і вузьке, то їх зручно відбирати по середині полі через певні проміжки; якщо форма поля близька до квадрата, то індивідуальні проби беруть по діагоналях або в шаховому порядку. Відбираючи зразки, слід уникати нехарактерних для ділянки місць/ блюдець, горбів та ін./. Відібрані змішані зразки ґрунту відправляють.

2. **Лабораторний** зразок ґрунту представлений висушеним до повітряно-сухого стану, подрібненим і просіяним крізь сито з круглими отворами діаметром 1 мм.

3. Маса **аналітичного** зразка може коливатися в межах 50 - 150 г.

### ***Лабораторна робота № 3. АНАЛІЗ РОСЛИН***

#### **Визначення вмісту води в рослинах. Визначення вмісту сирової золи в рослинах**

##### **I. Визначення вмісту води в рослинах**

**Значення аналізу.** Всі рослини, як і живі організми, складаються із води та сухих речовин. Вміст води в рослинах характеризує їх фізіологічний стан,

активність обміну речовин, а також ступінь досягання. За вмістом води визначають можливість збирання врожаю, якість вирощеної продукції та її зберігання.

В період початкового росту вміст води в рослинах високий – 80 – 90%. В період досягання урожаю в рослинах змінюється вміст води залежно від органів. В насінні відсоток її зменшується до 10 – 14%, в коренеплодах – до 75 – 80%, а в деяких плодах може бути більше 95%.

Отже, вміст води в рослині піддається значному коливанню залежно від взятого органу рослини (в листових пластинках води менше, ніж в черешках та стеблах), фази розвитку (молоді рослини більш обводнені, ніж ті, що завершують вегетацію) та зовнішніх умов (при малих запасах води в ґрунті і високій температурі вміст води в рослинах зменшується, рослини в'януть).

Для того, щоб оцінювати продукцію в стандартах вказується скільки повинна вона містити води. При перевищенні показників стандарту за вмістом води продукція може погано зберігатися. Тому при закладці на зберігання продукцію, наприклад зерно, насіння, доводять до кондиційної вологості.

Вміст вологи в рослинному матеріалі вказують при визначенні хімічного та біохімічного складу для того, щоб результати наукових досліджень можна було порівнювати як в різних варіантах досліджень, так і в різних авторів досліджень. Якщо, наприклад, одна партія насіння ріпаку має 8% води, а друга – 12%, то при однаковій олійності – 40% перша має вміст олії 45,5 кг на центнер сухої маси, а друга – 43,5 кг. Отже, при доведенні обох партій насіння до 10% вологості вміст олії в насінні першої партії складає 41,4%, а другої – 39,5%.

**Принцип методу** полягає у висушуванні зваженого рослинного матеріалу в сушильній шафі при температурі 100 – 105<sup>0</sup>С, і визначенні маси води, що випарувалася при цьому за різницею між сирою та сухою наважкою. Кількість випарованої води визначають у відсотках до сирої наважки.

В процесі висушування маса наважки при підтриманні температури в межах 100 – 105<sup>0</sup>С буде поступово зменшуватися до повного звільнення її від води, потім може збільшуватися в результаті окислення сухих речовин, а при збільшенні температури, або тривалому висушуванні органічні речовини почнуть обуглюватися і маса наважки почне зменшуватися. Завдання аналітика забезпечити повне висушування і не допустити окислення, а тим більше обуглення.

### Хід аналізу

1. Чисто вимитий відкритий (кришка під низом бюкса) металевий бюкс висушити у сушильній шафі при температурі 100 – 105<sup>0</sup>С поставити в ексікатор і охолодити до кімнатної температури.

2. В робочому зошиті заготовити макет таблиці для записів результатів аналізу (табл. 1)

3. Виготовити аналітичний зразок. Для цього свіжий рослинний матеріал (листки, черешки, стебла, квіти, пелюстки, плоди, корені і т. ін.) подрібнити за допомогою ножа чи ножиць.

4. Взяти з ексікатора бюкс із кришкою, поставити на терези і записати у зошит масу порожнього бюкса разом із кришкою та номер бюкса.

5. Положити у бюкс, взявши з декількох місць, 10-15г подрібненої та добре перемішаної однорідної маси, поставити бюкс, закритий кришкою на терези і записати масу в зошит.

6. Поставити відкритий з кришкою (кришка під низом бюкса) бюкс у нагріту до температури 60 – 70<sup>0</sup>С шафу. Записати о котрій годині поставили зразок у шафу.

7. Через чотири години висушування щипцями витягти із шафи бюкс, закрити його кришкою, і поставити в ексикатор на 15 – 20 хвилин для остигання.

8. Поставити бюкс на терези і записати масу після висушування.

9. Відкрити кришку і знову поставити бюкс у шафу на висушування на 2 години.

10. Через 2 години вийняти із шафи бюкс, закрити кришкою, поставити в ексикатор на 20 хв.

11. Зважити бюкс повторно. Якщо маса бюкса порівняно з пунктом 8 не змінилася, або змінилася до 10 мг, то рослинний матеріал сухий. Якщо маса бюкса зменшилась більше, то матеріал може бути вологим і його потрібно ще раз 2 години сушити.

12. Визначити масу наважки сирі речовини шляхом віднімання маси бюкса без наважки від маси бюкса із сирію наважкою.

13. Визначити масу води, що випарувалася шляхом віднімання маси бюкса із сухою наважкою від маси бюкса із сирію наважкою.

14. Визначити вміст води у рослинному матеріалі за пропорцією, у якій маса сирію наважки (а) складає 100%, а маса води ( $\delta$ ) -  $x$ , користуючись формулою (1):

$$x = \frac{\delta \cdot 100}{a} (\%), \quad (1)$$

15. Заповнити табличку, взявши крім своїх, дані студентів підгрупи, проаналізувати і записати, яка знайдена залежність вмісту води в рослинному матеріалі.

Таблиця 1

### Вміст вологи в рослинному матеріалі

Матеріал	№ бюкса	Маса пусого бюкса, Г	Маса бюкса з сирію речовиною, Г	Маса сирію речовини, Г	Маса бюкса з сухою речовиною, Г		Маса води, Г	Вологість, %
					1-е зважування	2-е зважування		

### II. Визначення вмісту сирію золи в рослинах

Сирію золою називають залишок, отриманий від повільного спалювання рослинних матеріалів. У такому залишку, крім власне золи, можуть бути механічні домішки (пил, що був на рослинному матеріалі), а також вуглецева кислота, яка в

процесі згорання матеріалу утворилася в результаті перетворення хлоридів і азотнокислих солей лужних та лужноземельних металів у вуглекислі солі.

**Значення аналізу.** Визначають вміст золи в рослинах для хімічної характеристики складу рослин в різні періоди її росту та для визначення в золі складових її частин. Маса сухої рослини в основному складається з органічних елементів – вуглецю, водню, кисню та азоту. Ці елементи звітрюються в процесі озолення сухої речовини. Решта елементів складу рослини залишається у золі частка якої від маси сухої рослини складає біля 5%.

Більше золи накопичується в листках, там проходять основні процеси синтезу органічних речовин, менше – у стеблах – бо це провідна тканина, яка складається з целюлози та лігніну.

Кількісний вміст золи є важливим показником якості різної продукції, особливо кормів, а також харчових продуктів. В рослинах одного і того ж виду кількісний і якісний склад золи не постійний і залежить від умов вирощування, що видно із таких даних (табл. 2).

Таблиця 2

#### Вміст сирої золи в рослинах, %

Сіно	Вміст золи	Солома	Вміст золи	Насіння	Вміст золи
Конюшини	5,38	житня	5,1	жита	1,99
Тимофіївки	6,07	вівсяна	5,8	вівса	1,90

**Принцип методу.** Метод визначення вмісту золи полягає в спалюванні органічної речовини рослин при вільному доступі повітря. Спалювання може бути сухе чи мокре. Сухе озолення використовують тоді, коли потрібно визначити вміст золи. Мокре озолення застосовують при потребі визначення складових золи.

Сухе озолення проводять у муфелі при температурі до 600<sup>0</sup>С (темно-червоний колір печі муфелю). При вищій температурі відбуваються втрати золи через випаровування фосфору, калію, сірки.

Мокре озолення проводять для визначення вмісту азоту та зольних елементів шляхом окислення маси рослин кислотами, перекисом водню з додаванням солей-катализаторів при температурі кипіння кислот. Для цього використовують колби К'ельдаля, або термостійкі пробірки і нагрівають їх на електроплитах, або газових пальниках.

#### Хід аналізу

1. Добре вимитий фарфоровий тигель прожарюють протягом 30 хв. в муфельній печі при температурі 600<sup>0</sup>С, охолоджують в ексикаторі і зважують на аналітичних терезах. Результати зважування записують у таблицях (табл. 3).

2. Насипають в тигель біля 2 г повітряно-сухого матеріалу рослин, зважують, кладуть тигель на рогаца і обережно, щоб не зачепити інших тиглів, що в муфелі, ставлять в муфель.

3. Прожарюють тиглі протягом 2 годин після чого перевіряють завершення спалювання по кольору золи. Колір озолоного матеріалу ясно-сірий однотонний, але

залежно від матеріалу він може мати відтінки червоно-бурого (оксиди заліза), зеленуватого (оксид марганцю).

Важко озолується матеріал рослин, що має багато кремнію. Кремній при високій температурі плавиться, покриває частини рослин і захищає їх від повного озолення. В такому випадку краплями води розчиняють кремній, висушують вміст тигля.

Таблиця 3

### Визначення вмісту золи в рослинах

Матеріал	№ тигля	Маса пустого тигля, г	Маса тигля із золюю, г		Маса золи, г	Зольність, %
			зважування 1	зважування 2		

### Лабораторна робота № 4. АНАЛІЗ ВАПНЯНИХ ДОБРИВ Визначення нейтралізуючої здатності вапняних добрив

Усі вапняні добрива поділяють на *природні* і *відходи* промисловості. До *природних* належать ті матеріали, які добувають з природних покладів; розмелювання твердих вапняних порід (вапняне і доломітове борошно), випалюванням їх (палене вапно, гашене вапно), подрібненім і просіюванням м'яких вапняних порід (вапняні туфи, озерне вапно, крейда, мергель, торфотуки). Це дешевші добрива, але у більшості випадків вони менш концентровані, містять більше піску та глини.

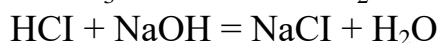
До вапняних *відходів* промисловості відносяться дефекат (відходи цукроварної промисловості), шлаки металоплавильної промисловості, цементний пил, відходи вапнякових заводів, вапняні відходи целюлозного виробництва, попіл, отриманий на електростанціях від спалювання горючих сланців, які містять значну кількість сполук кальцію, здатних нейтралізувати кислотність ґрунту.

Нейтралізуюча здатність вапняних матеріалів зумовлена наявністю і них сполук, які діють як основи –  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$  та ін. Якщо вапняний матеріал містить кальцій і магній, його нейтралізуюча здатність вища тих, що містять тільки кальцій. За швидкістю дії вапняних матеріалів на ґрунт їх можна поділити на **швидкодіючі** (палене вапно, гашене вапно, сланцева зола, цементний пил), **повільно** діючі (вапняне борошно, доломітове борошно) і **середньодіючі** (крейда, вапняні туфи, озерне вапно, дефекат). Швидкість взаємодії вапняних матеріалів з ґрунтом та ефективність їх значною мірою залежить від тонини помелу. Часточки вапняного і доломітового борошна більші за 1 мм погано розчиняються і зменшують кислотність ґрунту в незначній кількості. За стандартом 85-97% вапняного борошна проходить крізь сито з отворами 1 мм і крізь сито з отворами 0,25 мм – 55-70%. Щоб визначити якість і встановити дозу вапняного матеріалу, необхідного для вапнування ґрунту проводять аналіз їх на вміст вологи, суму основ і гранулометричний склад.

У вапняних матеріалах, призначених для вапнування ґрунтів, суму основ у перерахунку на  $\text{CaO}$  або  $\text{CaCO}_3$  найчастіше визначають методом титрування.

**Значення аналізу.** Визначення  $\text{CaCO}_3$  у вапняних добривах потрібно для розрахунку дози вапна і якісної характеристики вапняних добрив.

**Принцип методу.** Метод ґрунтується на нейтралізації вапняних матеріалів, що містять  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{CaO}$  надлишком соляної кислоти з наступним титруванням її лугом.



За кількістю соляної кислоти, яка прореагувала з основами, обчислюють вміст суми оксидів, гідроксидів і карбонатів для перерахунку на  $\text{CaO}$  або  $\text{CaCO}_3$ .

### Хід аналізу

2 г вапняного добрива переносять в стакан або колбу, приливають 250 мл 0,5 н  $\text{HCl}$ , перемішують, закривають лійкою і повільно нагрівають на електричній плитці до повного розкладання карбонатів кальцію і магнію. Нагрівання ведуть при помішуванні скляною паличкою до тих пір, поки починається помітне виділення парів з колби (але не до кипіння). Після повного розчинення наважки розчин перемішують і фільтрують крізь сухий фільтр. У конічну колбу відбирають 50 мл фільтрату, додають 2-3 краплі фенолфталеїну і титрують суміш 0,5н розчином  $\text{NaOH}$  до появи блідорожевого забарвлення.

Вміст  $\text{CaCO}_3$  у вапняних добривах розраховують за формулою (2):

$$X = \frac{(50 \times K1 - a \times K2) \times 0,025 \times 100}{N}, \quad (2)$$

де  $X$  – вміст  $\text{CaCO}_3$ , %;

50 – об'єм фільтрату, який було взято для титрування, мл;

$K1$  – поправка до титру кислоти (можна прийняти за 1);

$a$  – кількість 0,5н  $\text{NaOH}$ , витраченого на титрування, мл;

$K2$  – поправка до титру луку (можна прийняти за 1);

0,025 – кількість  $\text{CaCO}_3$ , яка відповідає 1 мл 0,5н  $\text{HCl}$ ;

100 – для перерахунку у %;

$N$  – наважка добрива у 50 мл взятого розчину, г (необхідно розрахувати).

## **Лабораторна робота № 5. ВИЗНАЧЕННЯ ДОБРИВ ЗА ЯКІСНИМИ РЕАКЦІЯМИ**

### **Визначення азотних добрив за якісними реакціями.**

**Добрива** – це сполуки мінерального або органічного походження, що містять доступні рослинам елементи мінерального живлення. Добрива поділяють на органічні та мінеральні.

**Органічні** добрива містять елементи живлення в органічній формі. До органічних добрив відносять напівперепрілий або перепрілий гній, перегній, солону, пташиний послід, компости, сидерати, біогумус та інші.

**Мінеральні** добрива поділяють на односторонні та багатосторонні. Односторонні мінеральні добрива мають один елемент мінерального живлення, це

азотні, фосфорні, калійні. Багатосторонні (комплексні), містять два або три основних елемента живлення (азот, фосфор, калій).

Для азотних і калійних (крім калімага) характерна кристалічна будова, для фосфорних і вапняних (а також гіпсу) – аморфна. Азотні і калійні добрива добре розчинні у воді, фосфорні – нерозчинні або малорозчинні. Водорозчинним фосфорним добривам характерна кисла реакція рН. Вапняні добрива і фосфатшлаки «киплять» при додаванні соляної кислоти. Амонійні добрива при взаємодії з лугами виділяють аміак. Ці ознаки дають змогу встановити приблизну назву добрива. Остаточну назву встановлюють за допомогою якісних реакцій. Для їх виконання в пробірку беруть близько 1г добрива і виконують необхідні реакції. Реактиви для виявлення аніонів та катіонів добрив наведені у таблиці 4.

Таблиця 4

### Якісні реакції на іони добрив

Якісна реакція	Умови проведення
Реакція на амоній ( $\text{NH}_4^+$ )	<p>1. Набирають у пробірку 1 г добрива і добавляють 2 – 3 мл 10%-го розчину NaOH. Якщо в добриві є амонійний азот, то при нагріванні виділяється аміак.</p> <p>2. До прозорого розчину добрива в дистильованій воді добавляють кілька крапель реактиву Несслера. При наявності в добриві амонію на стінках пробірки утворюється жовтобурий осад або розчин набуває жовтого забарвлення.</p>
Реакція на нітрати ( $\text{NO}_3^-$ )	<p>1. До розчину добрива у воді по стінці пробірки добавляють 2 – 3 мл насиченого розчину <math>\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3</math>, приливають обережно 2 – 3 мл концентрованої <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math>, не пермішуючи розчину. У верхній частині пробірки буде розчин <math>\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3</math>, у нижній – розчин <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math>. При наявності в добриві нітрат-іонів на межі двох розчинів утворюється кільце темно-бурого кольору.</p> <p>2. Дифеніламін <math>(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}</math> окислюється іоном <math>\text{NO}_3^-</math> з утворенням продукту темно-синього кольору. До 3 – 4 крапель розчину дифеніламіну в концентрованій сірчаній кислоті вносять скляну паличку, змочену розчином добрива.</p> <p>3. Реакція на розжареній вуглині – добриво спалахує: якщо полум'я фіолетове – калієва селітра <math>\text{KNO}_3</math>, якщо залишає білу пляму <math>\text{CaO}</math> – кальцієва селітра <math>\text{Ca}(\text{NO}_3)_2</math>.</p>
Реакція на хлориди ( $\text{Cl}^-$ )	Добриво розчиняють у дистильованій воді, добавляють 2 – 3 краплі $\text{HNO}_3$ , кілька крапель 2%-го розчину $\text{AgNO}_3$ . При наявності хлоридіонів утворюється білий осад $\text{AgCl}$ .
Реакція на сульфати ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	До розчину добрива у воді добавляють кілька крапель 10%-го розчину $\text{BaCl}_2$ . При наявності в розчині сульфат-іонів утворюється білий осад $\text{BaSO}_4$ , який не розчиняється в оцтовій кислоті.

Реакція на карбонати ( $\text{CO}_3^{2-}$ )	До невеликої кількості добрива додають кілька крапель 10%-го розчину $\text{HCl}$ . При наявності карбонатів бурхливо виділяється $\text{CO}_2$ .
Реакція на біурет	1г добрива розплавляють у пробірці на електроплитці чи газовому пальнику. До розплаву додають 10%-ний розчин $\text{KOH}$ і 1-2 краплі 10%-ного розчину $\text{CuSO}_4$ . При наявності біурету розчин забарвлюється в рожево-фіолетовий колір.
Реакція на $\text{K}^+$	1г добрива прожарюють у тиглі для видалення амонію (у залишку добрива амонію бути не повинно). Залишок добрива розчиняють у 5-6 мл води і приливають кілька крапель розчину кобальт нітриту натрію $[\text{Na}_3\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ . За наявності в розчині іонів калію утворюється жовтий осад $[\text{K}_2\text{NaCo}(\text{NO}_2)_6]$ .
Реакція на $\text{Na}^+$	Розчинити добриво у воді, до розчину додати 1-2 мл розчину $\text{K}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$ і потерти скляною паличкою стінки пробірки. За наявності у розчині іонів натрію утворюється осад (каламуть або кристали $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$ ).
Реакція на $\text{Ca}^{2+}$	До розчину добрива у воді додають 2-3 краплі 10%-го розчину $\text{CH}_3\text{COOH}$ і 3-5мл насиченого розчину $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ . За наявності іонів кальцію утворюється білий осад $\text{Ca}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , який розчиняється в мінеральних кислотах.
Реакція на фосфати ( $\text{PO}_4^{3-}$ )	Добриво розчиняють у 10%-ній $\text{HNO}_3$ , додають 2-3 краплі концентрованої $\text{HNO}_3$ та 2-3 мл 10%-ного розчину молібдату амонію. За наявності у розчині іонів $\text{PO}_4^{3-}$ розчин забарвлюється в жовтий колір або випадає осад жовтого кольору $[(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3 \cdot 15\text{H}_2\text{O}]$ .

### Визначення азотних добрив за якісними реакціями

Азотні добрива містять азот, що можуть використовувати рослини як елемент мінерального живлення. Всі азотні добрива поділяють на рідкі та тверді. До рідких відносять рідкий безводний аміак з вмістом азоту 82,3%, аміачна вода – 16 – 20%, аміакати, вуглеаміакати та азотні розчини. Тверді азотні добрива поділяють на чотири групи: амонійні, нітратні, амонійно-нітратні, амідні, залежно від форми азоту в добриві.

$\text{NH}_4^+$  – амонійна форма,  $\text{NO}_3^-$  – нітратна,  $\text{NH}_2$  – амідна форма

Всі тверді азотні добрива – це гранульовані або негранульовані кристали, які добре розчинні у воді. Реакція амонійного добрива з лугом проходить з виділенням аміаку. Серед амонійних азотних добрив використовують сульфат амонію –  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  та хлористий амоній -  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Якщо добриво з лугом виділяє аміак, то воно містить іон амонію  $\text{NH}_4^+$ . Потрібно визначити аніон, а ним може бути  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  або  $\text{Cl}^-$ .

Нітрат визначають дифеніламідом – синє забарвлення, або за спалахом на вугіллі. Сульфат визначають за реакцією з  $\text{BaCl}_2$ , а хлорид за реакцією з  $\text{AgNO}_3$ .

Всі азотні добрива на розжареному вугіллі горять із спалахом, або без спалаху. Нітратні азотні добрива горять на розжареному вугіллі із спалахом. Якщо спалах має

жовто-оранжевий колір, то це натрієва селітра. Забарвлює полум'я розжарений натрій, який характеризується жовтою лінією в спектрі. Кальцієва селітра після спалаху на вугіллі залишає білу пляму окису кальцію.

Амонійні азотні добрива горять на розжареному вугіллі без спалаху, виділяється при цьому аміак, який відчувається за запахом. Аміачна селітра спочатку димить на розжареному вугіллі, виділяючи аміак, а потім спалахує. Розчин аміачної селітри з лугом також виділяє аміак.

Із групи амідних добрив використовують карбамід, хімічна формула якого  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ . Це гранули, покриті гідрофобними жироподібними речовинами, блідопрозорі. На розжареному вугіллі не спалахують, виділяють аміак, а в розчині з лугом – не виділяють аміаку. Характеристика основних видів азотних добрив наведена в таблиці 5.

Таблиця 5

**Характеристика азотних добрив**

Назва	Символ	N, %	Зовнішній вигляд	Реакція з					Особливості застосування
				вугіллям	NaOH	AgNO <sub>3</sub>	BaCl <sub>2</sub>	дифеніламін	
Сульфат амонію коксохімічний	Na	21	Кристали сірі з голубим відтінком. Запах фенолів	Димить, виділяє аміак	Виділяє аміак	Мутніє	Білий осад	-	Під капустяні, олійні, картоплю як основне добриво
Аміачна селітра	Na <sub>a</sub>	34	Білі гранули	Димить, спалахує	Виділяє аміак	-	-	Синіє	Універсальне добриво, краще весною
Натрієва селітра	Na <sub>c</sub>	15	Кристали жовтуваті	Спалахує, полум'я жовтого кольору	-	-	-	-	Весною до сівби краще під коренеплоди
Кальцієва селітра		13	Жовті лусковидні гранули	Кипить, спалахує, залишає білу пляму	-	-	-	-	Весною в підживлення озимих, до сівби
Хлорид амонію	N <sub>x</sub>	24	Чисто білі дрібні кристали	Димить	Виділяє аміак	Білий осад	-	-	Тільки під оранку під малочутливі до хлору
Сечовина	N <sub>m</sub>	46	Блідопрозорі гранули	Димить з їдким запахом аміаку	Не виділяє	-	-	-	Для позакореневого підживлення
Калійна селітра (складне добриво)	N <sub>кc</sub>	16	Білі дрібні кристали	Спалахує. Полум'я голубе	Не виділяє	-	-	-	Підживлення
Безводний аміак	N <sub>б</sub>	82	Рідина прозора	Зберігається в балонах під тиском					Основне в ґрунт, підживлення в ґрунт

Водний аміак	Na в	16- 20	Рідина прозора з сильним запахом аміаку	Зберігається у звичайній тарі	Основне в ґрунт, підживлення в ґрунт
Аміакати	Na м	20- 30	-//-	Реакція на нітрати з дифеніламіном	Основне в ґрунт, підживлення в ґрунт
КАС		30	Рідина прозора без запаху аміаку	З лугом виділяє аміак	До сівби і в підживлення

Результати визначення азотних добрив слід записати у вигляді почергового списку реакцій.

### **Лабораторна робота № 6** **Визначення фосфорних добрив за якісними реакціями**

Фосфорні добрива одержують із фосфатних руд. Фосфатні руди за походженням поділяють на апатити і фосфорити. Апатити утворилися у процесі вулканічної діяльності земної кори. Фосфорити – це вторинні мінерали, утворилися після осадження фосфатів у морях та океанах.

Фосфорні добрива це сполуки кальцію і ортофосфорної кислоти різного ступеню заміщеності. Залежно від того, скільки іонів водню заміщені кальцієм, фосфорні добрива поділяють на три групи: **однозаміщені** або водорозчинні, **двозаміщені** або цитратно (лимоннорозчинні), **тризаміщені** або нерозчинні.

До першої групи відносять всі види суперфосфатів, до другої преципітат і шлаки (фосфатшлак, томасшлак) – це відходи металургійної промисловості, до третьої – фосфоритне борошно.

Деякі культури (гречка, гірчиця, люпин, горох) мають високоактивну кореневу систему, яка виділяє багато кислот і одночасно інтенсивно засвоює з ґрунтового розчину кальцій. В ризосфері таких культур створюється кисле середовище, в якому розчиняються фосфати фосфоритного борошна.

Фосфорні добрива погано розчиняються у воді, аморфні сполуки – порошки, не горять. Якісні реакції можливі лише на катіон кальцію та аніон фосфорної кислоти.

Характеристика основних видів фосфорних добрив добрив наведена нижче.

**Суперфосфат простий порошковидний.** Хімічна формула  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{CaSO}_4$ . Хімічний символ  $\text{P}_c$ , вміст діючої речовини 18 – 20%  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Зовнішній вигляд – сірий порошок. Реакція добрива кисла (проба на лакмусовий папір). Важливо відмітити, що із фосфорних добрив кислу реакцію має тільки суперфосфат.

**Суперфосфат простий гранульований.** Символ  $\text{P}_{ct}$ , вміст  $\text{P}_2\text{O}_5$  – до 22%, сірки 11%.

**Подвійний суперфосфат.** Хімічна формула  $\text{Ca}(\text{HPO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  містить 40% д.р. На відміну від простого гранульованого не містить гіпсу, а отже і сірки. Тому простий суперфосфат має переваги для внесення під бобові, олійні, капустяні, цибулю; а подвійний має переваги в економії витрат на перевезення, зберіганні, внесенні.

Потрібно пам'ятати, що гранульований суперфосфат має найбільшу ефективність якщо внесений при сівбі, а також локально до сівби.

*Преципітат* – ясно-сірий негранульований порошок. У воді нерозчинний. Реакція нейтральна. Доцільно застосовувати на ґрунтах, що піддають водорозчинні фосфати хімічному зв'язуванню – ретроградації. Містить 30-38%  $P_2O_5$ , хімічний символ  $P_{п}$ .

*Суперфос* – ясносірий порошок, отриманий з фосфориту. На 1 т фосфориту дають 750 кг 56 процентної сірчаної кислоти. Половина фосфору переходить у водорозчинну форму. Вміст діючої речовини залежить від вмісту її у фосфориті і може сягати 38%. Рекомендують вносити як основне добриво, краще на слабокислих та близьких до нейтральних ґрунтах.

*Фосфатшлак, томасшлак* – темносірий порошок з металевим блиском. Під дією кислот виділяє сірководень. Має лужну реакцію. Вміст діючої речовини 7 – 18%, оксиду кальцію до 30%, магній, марганець та інші елементи. Застосовують тільки як основне добриво, краще на кислих ґрунтах, але можна підживлювати луки та пасовища. Символ фосфатшлаку  $P_{фш}$ .

*Фосфоритне борошно* – темносірий з коричневим відтінком порошок. Реакція нейтральна. Вміст діючої речовини першого сорту – 28 – 30%, другого – 22 – 24, третього – 21 – 19%. Вносять на кислих ґрунтах.

### **Лабораторна робота № 7** **Визначення калійних добрив за якісними реакціями**

*Калійні добрива* – кристали, добре розчинні у воді, не горять. Одержують з калійних руд шляхом переробки, подрібнення та збагачення.

Застосовують подвійну класифікацію калійних добрив. *Перша класифікація* – залежно від вмісту діючої речовини включає **сирі солі** та **концентровані** добрива. Після подрібнення каїнітової, або сильвінітової руди її можуть використовувати як сире калійне добриво – каїніт чи сильвініт. Такі добрива містять мало діючої речовини –  $K_2O$  – 9-18%, багато домішок у вигляді глини,  $NaCl$ . Тому такі добрива рекомендують вносити восени під оранку під культури, які позитивно реагують на  $Na$  і є малочутливими до хлору. Решту калійних добрив отримують шляхом флотації, конверсії або як відходи промисловості. Добрива у підвищеній концентрації більше 19%  $K_2O$  відносять до концентрованих.

Згідно *другої класифікації* калійні добрива поділяють на **хлорвмісні** та **безхлорні**. До хлорвмісних калійних добрив відноситься хлористий калій, хлоркалійелектроліт, калійна сіль, каліймагнезія та калімаг. До безхлорних калійних добрив відносять сульфат калію, карбонат калію, бікарбонат калію.

Характеристика основних видів калійних добрив наведена в таблиці 6.

## Характеристика калійних добрив

Назва добрива	Хімічна формула	Сим-вол	Вміст $K_2O$ , %	Зовнішній вигляд та властивості	Особливості застосування
Каїніт	$KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$	$K_n$	9-12	Сірі кристали з домішками сірої глини та кристалів іншого забарвлення. Містить 32 – 35% хлору, 20 – 25% $Na_2O$ , 6 – 7% $MgO$ , 13% сірки	Під коренеплоди як основне добриво до 8 ц/га під оранку. В підживлення багаторічних трав, сінокосів, пасовищ до 3 ц/га. На солонцях не застосовують
Сильвініт	$KCl + NaCl$	$K_c$	12-18	Крупнокристалічна різнокольорова сіль з невеликими домішками сірої глини	Під коренеплоди як основне добриво під оранку. На солонцях не застосовують
Хлористий калій	$KCl$	$K_x$	55-60	Дрібнокристалічна однотонна біла, сіра, коричнева сіль, або пресована ребристі гранули. На одиницю калію містить 0,42 одиниці хлору	Як універсальне добриво. Під хлорчутливі культури, як виняток, з осені під оранку
Хлоркалій-електроліт	$KCl + NaCl + MgCl_2$		32-45	На фоні дрібних однорідних кристалів є більших розмірів кристали та іншого кольору 20% $Na_2O$ , 50% хлору	Як основне добриво восени під оранку. Під хлорчутливі культури не вносять. Краще на піщаних ґрунтах
Калійна сіль	$KCl + NaCl$	$K_k$	40	На фоні дрібних однорідних кристалів є більших розмірів кристали та іншого кольору 20% $Na_2O$ , 50% хлору	Спеціальне для коренеплодів. Можна під капусту, злакові. Не рекомендують під хлорчутливі культури
Сульфат калію	$K_2SO_4$	$K_{ск}$	48-52	Дрібні білі кристали, можуть бути жовтуваті. Містить 18% сірки, безхлорне	Універсальне. Краще вносити під хлорчутливі бобові, хрестоцвіті,

					картоплю, олійні. Можна під інші, але дороге
Калімаг- незія (шеніт)	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$	Км	28	Пресовані ребристі гранули білого з рожевим або сірим відтінком. 8% MgO, до 15% хлору, сірки 15%	Універсальне добри-во. Краще вносити під бобові, олійні, хрестоцвіті. Краще на піщаних ґрунтах
Калімаг	$K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$		19	Сірі ребристі гранули. Містить 8 – 9% Mg, до 8% хлору, 13% сірки	Універсальне добри-во. Краще вносити під бобові, олійні, хрестоцвіті. Краще на піщаних ґрунтах

### **Лабораторна робота № 8. ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ РОСЛИН**

**(тканинна діагностика)**

**Визначення ступеня забезпеченості рослин азотом. Визначення доцільності проведення підживлення озимих.**

**Значення аналізу.** Використання експрес методу хімічної діагностики живлення рослин В.В.Церлінг (за аналізом соку або зрізів рослин на вміст неорганічних сполук елементів живлення) дозволяє оперативно оцінити рівень забезпеченості сільськогосподарських культур поживними речовинами і прийняти необхідні заходи для виправлення їх недоліків. Важливе практичне значення методи тканинної діагностики мають при підживленні озимих культур, в плодівництві, овочівництві, особливо в закритому ґрунті, де можливе коректування живлення культур протягом вегетації шляхом проведення підживлення відповідними видами добрив.

Визначення вмісту в сокові або на зрізах рослин нітратів, мінерального фосфору і калію ґрунтується на використанні кольорових реакцій. Іони  $NO_3^-$ ,  $H_2PO_4^-$  і  $K^+$  дають з певними реактивами забарвлені розчини або осаді. Одержане забарвлення порівнюється з наявною кольоровою шкалою, вміст мінеральних сполук азоту, фосфору і калію оцінюється за системою балів або виражається у відсотках на сиру масу рослин.

Аналіз проводять на зрізах будь-яких частин рослин, причому слід мати на увазі, що найбільше неорганічних сполук знаходиться в тих органах, які багаті судинно - провідною системою, тобто в стеблах і черешках листків.

В нижніх ярусах рослин їх більше, ніж у верхніх. Молоді рослини містять більш ніж дорослі, а такі сполуки як нітрати у фазі цвітіння майже зникають в тканинах добре забезпеченої рослини.

### Хід роботи

Всі визначення проводять на грубих зрізах 0, 5 –1 0 см (краще поперечних) рослин, які для аналізу кладуть на предметне скло, а при визначенні фосфатів і калію на шматочок фільтрувального паперу, покладеного на скло.

**Визначення нітратів.** На предметне скло кладуть з проміжками в 1–2 см зрізи певної частини рослин. Потім на кожний наносять по 1 краплі 1% розчину дифеніламіну і слідкують за появою синього забарвлення, порівнюють з кольоровою шкалою. Ступінь забезпеченості визначають за таблицею 7.

Таблиця 7

#### Шкала потреби рослин в азотних добривах

Бал	Візуальні ознаки забарвлення зрізу	Вміст нітратів
1	Блідо-блакитне, дуже швидко настає обвуглення	низький
2	Сине, поступово зникає	середній
3	Темно-сине або темно-фіолетове, швидко настає, стійке	високий

### Лабораторна робота № 9

#### Визначення ступеня забезпеченості рослин фосфором

**Визначення фосфору.** Листки фільтрувального паперу нарізають розміром 2 см<sup>2</sup>. У центрі паперу наносять краплю розчину молібденово-кислого амонію. Потім накладають один зріз рослини і роздавлюють скляною паличкою. Зріз зсувають трохи в бік від утвореної плями соку. Після цього на плями соку і окремо на тканину зрізу послідовно наносять по одній краплі розчину бензидину і оцтовокислого натрію. При наявності фосфатів в рослині на папері з'являється сине забарвлення. Інтенсивність забарвлення порівнюють з показниками шкали для визначення фосфатів. Ступінь забезпеченості визначають за таблицею 8.

Таблиця 8

#### Шкала потреби рослин в фосфорних добривах

Бал	Візуальні ознаки забарвлення зрізу	Вміст фосфатів
1	Сіро-блакитне, пучки темні	низький
2	Світло-сине, пучки сині	середній
3	Темно-сине, судинні пучки синьо-чорні	високий

### Лабораторна робота № 10

#### Визначення ступеня забезпеченості рослин калієм

**Визначення калію:** у середину фільтрувального паперу розміром біля 2см<sup>2</sup> кладуть зріз рослин, потім притискають скляною паличкою і переміщують зріз вбік від плями витисненого соку. На пляму та зріз послідовно наносять по одній краплі

5% розчину кобальтнітриту натрію (дають можливість утворитися осаду), через одну хвилину – 1-2 краплі соляної кислоти і перемішують вміст скляною лопаточкою. Через 3-5 хв, порівнюють інтенсивність забарвлення з кольоровою шкалою для визначення калію. Ступінь забезпеченості визначають за таблицею 9.

Таблиця 9

### Шкала погребі рослин в калії

Бал	Візуальні ознаки забарвлення зрізу	Вміст калію
1	Блідо-рожеве	низький
2	Жовте	середній
3	Жовто-оранжеве	високий

Визначення доцільності проведення і доза азоту в підживленні озимих з використанням експрес-методу.

**Принцип методу.** Доцільність проведення і дозу підживлення встановлюють на основі визначення нітратного азоту в рослинах. Кількість нітратів в соці зрізу стебел рослин встановлюється за методом В.В.Церлінг / реакція з розчином дифеніламіні в сірчаній кислоті /. Діагностика проводиться безпосередньо в полі в слідує фази: кушіння, вихід у трубку, колосіння, цвітіння.

### Хід роботи

Проби рослин у виробничих умовах відбираються з ділянок, розміри яких визначаються природними і господарськими умовами зони, строкатістю ґрунтового покриву, удобреністю поля. З високопродуктивних полів при вирівняному стеблості одиби зразок береться приблизно з 10 га. В умовах зрошеного землеробства з 1-3 га залежно від площі ділянки. Змішана проба яка призначається для аналізу, складається з 70- 100 рослин або індикаторних листків. Всі рослинні проби відбираються в ранкові часи /8-11 год /, але не після дощу. Потім з них формується середній зразок з 20 типових стебел. Лезом або скальпелем на предметне скло вирізається 5 мм частина стебла / в кушінні – безпосередньо над вузлом кушіння, при виході у трубку, колосінні, цвітінні – відповідно в 1,2 та 3 – му міжвузлях /. На зріз піпеткою /не торкаючись носиком піпетки зрізу/ наносять тільки краплю реактиву, накривають другим предметним склом і здавлюють скло пальцями. За забарвленням, яке утворилося, встановлюють бал забезпеченості рослин азотом. Розраховують середній бал для ділянки.

За забарвленням, яке утворилося, встановлюють бал забезпеченості рослин азотом. Розраховують середній бал для ділянки.

**Наприклад.** Із 20 типових стебел 10 зрізів одержали I бал, 7 зрізів – 2 бали. 3 зрізи – 3 бали.

Середньозважений бал забезпеченості азотом дорівнює:

$$(10 \times I + 7) \times (2 + 3 \times 3) : 20 = 1,6$$

За середнім балом, користуючись таблицею 10, встановлюють необхідну дозу азоту.

**Дози азоту в підживлення**

Середній бал поля	Доза азоту, кг/га д. р.
До 1,8	60
1,9 – 2,5	30
2,5	Не доцільно

**Лабораторна робота № 11. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ В ДОБРИВАХ**

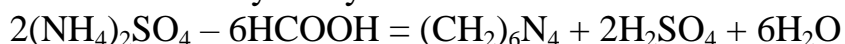
Вимоги до якості промислових мінеральних добрив встановлені нормативно - технічною документацією. Вона регламентує загальний вміст діючої речовини в добривах, доступність фосфору в фосфорвмістних туках, максимальний вміст вологи і шкідливих для рослин домішок, гранулометричний склад добрив міцність гранул.

Для організації правильного і безпечного зберігання і використання мінеральних добрив необхідно знати їх фізичні і фізико-механічні властивості (гігроскопічність, злежуваність, гранулометричний склад, міцність гранул, вологоємність, щільність, розсіюваність, правила змішування добрив, техніку безпеки і охорону праці при роботі з ними.

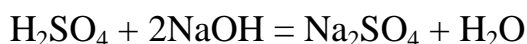
**Визначення вмісту амонійного азоту в добривах формальдегідним методом**

**Значення аналізу.** Визначення азоту в добривах необхідно для розрахунку дози внесення добрива, а також для оцінки їх якості.

**Принцип методу.** Метод ґрунтується на взаємодії амонію з формальдегідом, в наслідок чого утворюється гексаметилентетрамін і мінеральна кислота в еквівалентній кількості амонійному азоту:



Кількість мінеральної кислоти, що утворилася, визначають титруванням лугом:

**Хід роботи**

Наважку 2-5 г добрив (2 г для аміачної селітри, 5 г – для інших), зважених з похибкою не більше як 0,001г розчиняють у 100 мл води, потім переливають в мірну колбу на 250 мл. Хімічний стакан споліскують дистильованою водою кілька разів і промивні води переносять у ту саму колбу. Доводять водою до риски і ретельно перемішують. Якщо одержали каламутний розчин, його фільтрують. 25 мл одержаного фільтрату переносять піпеткою в конічну колбу 250 мл, приливають 3 краплі фенолфталеїну і нейтралізують, додаючи з бюретки 0,1н розчин NaOH, до зміни забарвлення індикатора з безбарвного на блідо-рожевий. В іншу колбу місткістю 250 мл вливають 25 мл формальдегіду (25% розчин). Кислий розчин формаліну нейтралізують 0,1н розчином NaOH за наявності 2-3 крапель

фенолфталеїну також до появи блідо-рожевого забарвлення. Нейтралізуючи розчин добрива і формаліну, не можна допускати залишки лугу для нейтралізації їхньої кислотності.

До 25 мл нейтралізованого розчину добрива доливають нейтралізований розчин формаліну, перемішують і через 1 хв (суміш безбарвна) титрують 0,1 н розчином NaOH за наявності 2-3 крапель фенолфталеїну до появи стійкого (протягом 1 хв) блідо-рожевого забарвлення. За бюреткою відраховують об'єм NaOH, витраченого на нейтралізацію кислоти, що утворилася після промивання розчину формаліну до розчину добрива.

Вміст азоту в добриві розраховують за формулою 3:

$$X=A \times K \times 0,0014 \times 100 : H, \quad (3)$$

де X – вміст азоту, %;

A – кількість мл 0,1 NaOH, витраченого на титрування, мл;

K – поправка до титру лугу;

0,0014 – кількість азоту, яка відповідає 1 мл 0,1н NaOH, г;

H – маса наважки добрива в 25 мл, г.

Цим методом можна визначити азот і в аміачній селітрі, в якій вміст амонійного та нітратного азоту складає по 50%. Для визначення загального вмісту азоту в аміачній селітрі вміст амонійного азоту подвоюють.

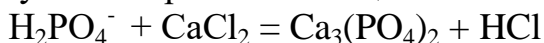
### ***Лабораторна робота № 12***

#### ***Визначення вмісту доступного рослинам фосфору в суперфосфаті***

**Значення аналізу.** При встановленні необхідної кількості добрив при внесенні суперфосфату, преципітату, фосфатшлаку, томасшлаку визначають вміст засвоюваних сполук фосфору. Вміст загальної фосфорної кислоти визначають і враховують при використанні фосфоритного борошна.

**Принцип методу.** Доступні рослинам фосфати та вільну фосфорну кислоту вилучають із суперфосфату 0,05 н. розчином сірчаної кислоти, яку відтитровують 0,1 н. розчином лугу.

Фосфорну кислоту зв'язують хлористим кальцієм



Виділену соляну кислоту відтитровують лугом. Кількість лугу, що пішла на титрування, відповідає кількості P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> у розчині.

#### **Хід роботи**

Наважку простого суперфосфату (2,5 г) зважують з точністю до 0,001, переносять у мірну колбу на 250 мл, доливають до наважки простого суперфосфату 100 мл 0,05 н. сірчаної кислоти, а до гранульованого суперфосфату – 150 мл 0,2 н. сірчаної кислоти, збовтують 30 хв., доливають водою до риски, перемішують і фільтрують.

50 мл здобутого фільтрату піпеткою переносять у конічну колбу на 250 мл, добавляють 20 мл води, 2-3 краплі метилового оранжевого, титрують лугом (0,1 н.

їдкий натр) до переходу рожевого забарвлення в жовте. До цього титрованого розчину доливають 10 мл хлористого кальцію (насичений розчин 74 г хлористого кальцію розчиняють в 100 мл води), додають 4-5 крапель фенолфталеїну і титрують 0,1 н. їдким натрієм до появи чіткого рожевого забарвлення.

Вміст засвоюваної фосфорної кислоти в процентах обчислюють за формулою 4:

$$x = \frac{a \cdot K \cdot 0,003549 \cdot 100 \cdot 250}{H \cdot 50}, \quad (4)$$

де  $a$  – кількість мл 0,1 н. лугу (їдкий натр), яка пішла на титрування за фенолфталеїном;

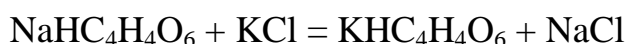
$K$  – коефіцієнт поправки до 0,1 н. розчином їдкого натру;

0,003549 – титр 0,1 н. лугу за фосфорною кислотою;

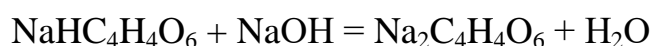
$H$  – наважка суперфосфату, г.

### **Лабораторна робота № 13** **Визначення вмісту калію в калійних добривах**

**Суть методу.** Калій добрив при взаємодії з гідротартратом натрію утворює кристалічну важкорозчинну сіль білого кольору:



Залишок невитраченого на зв'язування калію гідротартрату натрію встановлюють титруванням лугом:



За різницею між кількістю взятого гідротартрату натрію і його залишком знаходять кількість гідротартрату натрію, витраченого на зв'язування калію. Ця кількість гідротартрату натрію еквівалентна вмісту калію в розчині добрива.

**Реактиви.** 0,33 н. розчин гідротартрату натрію 67,72 г  $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  розчиняють у дистильованій воді в мірній літровій колбі. Об'єм розчину доводять водою до риски), 0,1н. розчин їдкого натру, фенолфталеїн.

#### **Хід роботи**

10 г добрива, розтертого в ступці, переносять у хімічний стакан, доливають 80 мл дистильованої води і розчиняють добриво, помішуючи скляною паличкою. Розчин переносять у мірну колбу місткістю 100 мл. Хімічний стакан споліскують дистильованою водою кілька разів і промивні води переносять у ту саму колбу.

Розчин у колбі доводять водою до риски, старанно перемішують і фільтрують. 2 мл фільтрату переносять піпеткою в хімічний стакан місткістю 100 – 150 мл, приливають 20 мл 0,33 н. розчину гідротартрату натрію і помішують скляною паличкою протягом 15 – 20 хв для прискорення випадання осаду. Потім осад гідротартрату калію відфільтровують крізь щільний фільтр. 5 мл фільтрату

переносять у хімічний стакан або колбу, прибавляють 2 краплі фенолфталеїну і титрують 0,1 н. розчином лугу до слабо-рожевого забарвлення.

Вміст калію ( $K_2O$ ) в добриві, в процентах, обчислюють за формулою 5:

$$K_2O = \frac{(aT_1 - bT_2) \cdot 4,4 \cdot 0,1 \cdot 0,047 \cdot 100}{m}, \quad (5)$$

де  $a$  – кількість гідротартрату натрію, прилитого до 2 мл розчину добрива в перерахунку на 0,1 н. розчин, мл, (20 мл 0,33 н. розчину гідротартрату натрію відповідає 66 мл 0,1 н. його розчину);

$T_1$  – поправка до титру гідротартрату натрію; мл;

$T_2$  – поправка до титру лугу; 4,4 – коефіцієнт для перерахунку результатів титрування на весь об'єм розчину (2 мл розчину добрива плюс 20 мл 0,33 н. розчину гідротартрату становлять 22 мл; для титрування беруть 5 мл фільтрату;  $22 : 5 = 4,4$ );

$m$  – розрахункова маса добрива, г;

0,1 – нормальність лугу;

0,047 – для перерахунку міліграм-еквівалентів  $K_2O$ , г;

100 – для перерахунку в проценти.

#### *Лабораторна робота № 14*

#### **Змішування розчинів. Приготування розчинів мікродобрив та регуляторів росту для обробки вегетуючих рослин**

**Мета:** засвоїти правила виготовлення, змішування та розбавлення розчинів мікродобрив та регуляторів росту для обробки насіння сільськогосподарських культур перед сівбою та вегетуючих рослин в певні фази росту для підвищення їх врожайності та покращення якості продукції.

В сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур крім традиційних макро-добрив широко застосовують мікродобрива, регулятори росту та біопрепарати для підвищення активності ґрунтової мікрофлори. Дані препарати промисловість випускає у твердому та рідкому вигляді різної концентрації. Рекомендації по застосуванню, що супроводжують дану продукцію, подані, як правило, на 1га. Для визначення кількості твердих речовин або приготування робочих сумішей на певну норму висіву або площу посівів необхідно знати і розуміти принципи змішування і розбавлення цих речовин.

1. Для визначення кількості робочого розчину та дози препаратів для обробки певної площі посівів окремо розраховують кількість робочого розчину і кількість препарату у складі цього розчину.

#### **Приклад 1.**

Розрахувати кількість робочого розчину і дозу мікродобрива Басфоліар для обробки вегетуючих рослин на ділянці площею  $5\text{м} \times 2,5\text{м}$ , якщо рекомендована норма становить 6 л/га при витраті робочого розчину 200 л/га.

Рішення:

Визначаємо кількість робочого розчину на дану площу за формулою:

$$P.p. = \frac{H \times S}{10000},$$

де  $P.p.$  – кількість робочого розчину на площу ділянки, л;

$H$  – рекомендована норма витрати на 1га, л;

$S$  – площа ділянки.

Тоді у вказаному випадку необхідно  $P.p. = \frac{200 \times 12,5}{10000} = 0,25$  л або 250 мл робочого розчину.

Кількість Басфоліару розраховуємо аналогічно: у вказаному випадку необхідно  $P.p. = \frac{6 \times 12,5}{10000} = 0,0075$  л або 7,5 мл препарату.

Висновок: для обробки ділянки площею  $12,5 \text{ м}^2$  необхідно 7,5 мл Басфоліару довести водою до об'єму 250 мл.

2. Для визначення кількості робочого розчину та дози препаратів для обробки певної кількості насіння користуються принципом пропорції:

$$D \longrightarrow 1$$

$$X \longrightarrow \text{Н.в.} \quad \text{або} \quad X = \frac{D \times \text{Н.в.}}{1}, \text{ де}$$

$X$  – кількість препарату для обробки певної кількості насіння, г або мл;

$D$  – кількість препарату для обробки 1т насіння, кг або л;

Н.в. – норма висіву насіння, кг/га.

### **Приклад 2.**

Розрахувати дозу розчину препарату Вітавакс з розрахунку 3 л/т для обробки насіння льону. Рекомендована норма висіву становить 60кг/га.

Рішення:

$$\text{При заданій нормі висіву кількість Вітаваксу буде} \quad X = \frac{3 \times 60}{1} = 180 \text{ мл}$$

Висновок: для обробки насіння льону необхідно 180 мл Вітаваксу на кожен гектар.

В разі необхідності можна розрахувати кількість препарату на іншу площу (наприклад, площу дослідної ділянки), виходячи з нектарної норми за тим самим принципом пропорції.

3. У агрохімії можливе використання технічних розчинів агрохімічних препаратів певної концентрації. Концентрацію таких розчинів виражають у масових відсотках (%), що означає масу речовини в грамах, розчинену в 100 г розчину. Для отримання певного об'єму розчину заданої процентної концентрації розраховують спочатку масу речовини, яку треба розчинити, а потім масу (чи об'єм) розчинника.

### **Приклад 3.**

Розрахувати кількість мікродобрива Новоферт і води для отримання 250 мл 10% розчину.

Рішення:

Визначаємо кількість мікродобрива:

$$M. m. = \frac{K \times V}{100},$$

де  $M. m.$  – маса мікродобрива, г;

$K$  – концентрація розчину, %;

$V$  – об'єм розчину, мл.

Тоді у вказаному випадку необхідно  $M. m. = \frac{10 \times 250}{100} = 25 \text{ г}$

Необхідна кількість води  $250 - 25 = 225$  мл.

Висновок: для отримання 250 мл Новоферту 10% концентрації необхідно 25 г мікродобрива розчинити у 225 мл води.

4. В агрохімії часто виникає потреба приготування розчинів малої концентрації. Наприклад, для обробки насіння розчинами солей мікроелементів необхідна концентрація становить 0,1-0,5% а рослин – лише 0,01-0,05%. Для приготування розчину такої концентрації традиційні розрахунки, які застосовують для процентних розчинів, не підходять, оскільки взяти точно таку наважку досить складно. Для таких випадків готують розчин з концентрацією, більшою за необхідну на порядок чи два (т.з. маточний розчин), з якого шляхом розбавлення отримують необхідну концентрацію.

#### **Приклад 4.**

Визначити порядок приготування розчину 0,01% концентрації з маточного 1% розчину.

Для приготування маточного розчину використовуємо розрахунки за прикладом 3. Згідно розрахунків треба до 1г мікродобрива додати 99 мл води. Далі проводимо розбавлення: 10мл маточного розчину + 90мл води = отримаємо 100мл 0,1% розчину. Далі 10мл 0,1% + 90мл води = 100мл 0,01% розчину.

#### **Приклад 5.**

Скільки необхідно маточного 1% розчину мікродобрива Новоферт для приготування 250 мл розчину 0,1% концентрації.

Рішення:

В розрахунках необхідно враховувати, що об'єм (або маса) маточного розчину і об'єм (або маса) розбавленого розчину обернено пропорційні їх концентраціям.

$$\frac{M}{P} = \frac{p}{m}$$

де  $M$  – об'єм (маса) маточного розчину, мл (г);

$P$  – об'єм (маса) розбавленого розчину, мл (г);

$m$  – концентрація маточного розчину, %;

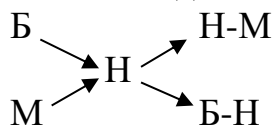
$p$  – концентрація розбавленого розчину, %.

Тоді  $M = P \frac{p}{m}$  або  $M = 250 \frac{0,1}{1} = 25 \text{ мл}$ .

Води необхідно взяти  $250 - 25 = 225$  мл.

**Висновок:** для отримання 250 мл Новоферту 0,1% концентрації необхідно 25 мл 1% маточного розчину мікродобрива розчинити у 225 мл води.

5. Іноді в агрохімії виникає необхідність приготування розчину заданої концентрації шляхом змішування двох розчинів більшої і меншої концентрації, ніж задана. Для визначення пропорції змішування користуються «правилом хреста». Загальний вигляд схеми наступний:



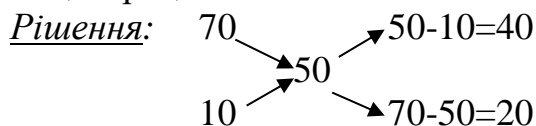
де Б – розчин з більшою концентрацією, %;  
 М – розчин з меншою концентрацією, %;  
 Н – необхідна концентрація, %;  
 Н-М – об'єм розчину з більшою концентрацією, мл;  
 Б-Н – об'єм розчину з меншою концентрацією, мл.

Якщо є один розчин більшої, ніж задана концентрації і його необхідно просто розбавити водою, замість М записують концентрацію води, тобто 0%.

Якщо є один розчин меншої, ніж задана концентрації і його необхідно зробити більш насиченим, у ньому розчиняють додаткову кількість твердого компоненту. Тоді замість Б записують 100%.

#### **Приклад 6:**

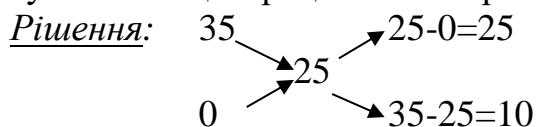
Розрахувати об'єми розчинів 70% і 10% концентрацій для отримання розчину 50% концентрації.



**Висновок:** в результаті змішування 40мл розчину 70% і 20мл розчину 10% отримуємо 60мл розчину з концентрацією 50%. В разі необхідності більшого чи меншого об'єму розраховані показники кратно збільшують чи зменшують.

#### **Приклад 7:**

Розрахувати об'єм розчину 35% концентрації і об'єм води для отримання розчину 25% концентрації шляхом розбавлення.



**Висновок:** в результаті розбавлення 25мл розчину 35% водою у кількості 10мл отримуємо 35мл розчину з концентрацією 25%. В разі необхідності більшого чи меншого об'єму розраховані показники кратно збільшують чи зменшують.

#### **Приклад 8:**

Розрахувати об'єм розчину 35% концентрації і масу твердої речовини для отримання розчину 55% концентрації.



$$35 \nearrow 55 \searrow 100-55=45 \text{ масових часток}$$

**Висновок:** в результаті змішування 45 масових часток розчину 35% концентрації і 20 масових часток реактиву отримаємо 65 масових часток розчину з 25%. В разі необхідності більшого чи меншого об'єму розраховані показники кратно збільшують чи зменшують.

**Завдання:** користуючись лекційним матеріалом та прикладами:

1. Розрахувати кількість робочого розчину та дози препаратів для:

- обробки певної площі посівів згідно індивідуального варіанту
- обробки певної кількості насіння;
- приготування розчину певної концентрації;
- для приготування розчину малої концентрації;

2. Розрахувати кількість рідин та твердих речовин для приготування розчинів більшої чи меншої концентрації шляхом змішування.

### **Лабораторна робота № 15**

#### **Розрахунки фізичної маси добрив за вмістом діючої речовини у простих та комплексних добривах**

**Мета:** опанувати методику розрахунків переведення діючої речовини у фізичну масу згідно виду добрив і визначення вмісту діючої речовини у певній фізичній масі, визначати умовні туки.

Потребу культури в елементах мінерального живлення визначити у кілограмах на гектар діючої речовини. Наприклад, під озиму пшеницю рекомендують при ранньовесняному підживленні вносити 30 кг діючої речовини азоту. Для визначення потреби добрива у фізичній масі потрібно знати вміст діючої речовини у добриві. Масу добрива на гектар площі визначають у центнерах. Для визначення фізичної маси добрива, що вносять на 1 га потрібно норму діючої речовини добрива розділити на вміст діючої речовини в даному добриві. Результат отримаємо в центнерах на гектар.

Якщо в даному прикладі використовується аміачна селітра, а вона містить 34% азоту, потреба добрива складе  $30 : 34 = 0,88$  (ц/га). Якщо використовують кальцієву селітру, а вона містить 13% азоту, потреба в добриві складе  $30 : 13 = 2,3$  (ц/га).

### **Теоретичні відомості**

У рекомендаціях по застосуванню мінеральних добрив вказують, як правило, норми та дози внесення поживних речовин у діючій речовині, а не у фізичній масі добрив. Діючою речовиною для азотних добрив є азот у вигляді елемента (N), для фосфорних – фосфор у вигляді п'ятивалентного оксиду ( $P_2O_5$ ) а для калійних – калій у вигляді оксиду калію ( $K_2O$ ).

Наприклад, норма  $N_{60}P_{20}K_{40}$  означає, що на 1га в ґрунт необхідно внести поживних речовин: азоту – 60кг, фосфору 20кг і калію 40кг.

У практиці сільськогосподарського виробництва частіше оперують кількістю фізичної маси добрив у розрахунку на 1га. Фізична маса добрив залежить від вмісту діючої речовини в добриві, яке планують застосовувати.

*Наприклад, планується внести по 1ц амонійної селітри на 1га.*

Щоб узгодити поняття діючої речовини та фізичної маси, а також мати можливість правильно розрахувати необхідну кількість аналогу того чи іншого добрива, необхідно розуміти логіку розрахунків переведення одного поняття в інше. Розглянемо приклади.

### **Приклад 1.**

*Під картоплю необхідно внести  $N_{120}$  у вигляді сульфату амонію, який містить 20% д.р. азоту. Скільки центнерів фізичної маси даного добрива необхідно внести на 1га?*

Для вирішення складаємо пропорцію – 20% д.р. означає, що в кожних 100кг добрива міститься 20кг азоту. Щоб правильно розмістити показники, необхідно фізичну масу записувати в один стовпчик, діючу речовину в інший:

Ф.м	Д.р.
100 кг сульфату амонію	20 кг азоту
X кг сульфату амонію	120 кг азоту

$$X = \frac{100 \times 120}{20} = 600 \text{ кг, або 6ц}$$

**Висновок:** розрахунки показали, що для того, щоб у ґрунт потрапило 120кг на 1га, необхідно внести 6ц сульфату амонію.

Якщо необхідно внести не один, а декілька елементів у вигляді простих добрив, розрахунки проводять за вищевказаним зразком для кожного з елементів, враховуючи вміст діючої речовини в добривах, які планують внести.

Якщо серед добрив є комплексні (які містять два і більше елементів), розрахунки слід розпочинати саме з них. При цьому необхідно пам'ятати два головних правила:

1. Якщо у комплексному добриві процентний вміст необхідних елементів суттєво відрізняється, розрахунок слід починати з того поживного елемента, якого найбільше в даному добриві;
2. Якщо у комплексному добриві процентний вміст необхідних елементів однаковий, або приблизно рівний, розрахунок слід починати з того поживного елемента, якого потрібно менше для внесення відповідної дози NPK.

### **Приклад 2.**

*Під кукурудзу необхідно внести  $N_{90}P_{60}K_{80}$  у вигляді амофосу ( $NH_4H_2PO_4$  вміст д.р. NPK 11-46-0), амонійної селітри ( $NH_4NO_3$  вміст д.р. N 35), хлористого калію (KCl вміст д.р. K 60).*

*Скільки центнерів фізичної маси цих добрив необхідно внести на 1га?*

Розрахунки проводимо у такій послідовності:

- 1) знаходимо, скільки фізичної маси амофосу відповідає 60кг фосфору.

Ф.м	Д.р.
-----	------

100 кг амофосу	46 кг фосфору
X кг амофосу	60 кг фосфору

$$X = \frac{100 \times 60}{46} = 130 \text{ кг, або } 1,3 \text{ ц}$$

2) знаходимо кількість азоту, яка міститься у 1,3ц амофосу:

Ф.м	Д.р.
100 кг амофосу	11 кг азоту
130 кг амофосу	X кг азоту

$$X = \frac{130 \times 11}{100} = 14 \text{ кг}$$

Таким чином, з 1,3ц амофосу в ґрунт надійде 60кг фосфору і 14кг азоту. Доза азоту складає 90кг, тому необхідно довести  $90 - 14 = 76$ кг азоту.

3) знаходимо кількість амонійної селітри, яка буде містити 76кг азоту.

100 кг амонійної селітри	35 кг азоту
X кг амонійної селітри	76 кг азоту

$$X = \frac{100 \times 76}{35} = 220 \text{ кг, або } 2,2 \text{ ц}$$

Кількість амонійної селітри складе 2,2ц/га.

4) встановлюємо необхідну кількість хлористого калію, щоб внести рекомендовані 80кг/га діючої речовини.

100 кг хлористого калію	60 кг калію
X кг хлористого калію	80 кг калію

$$X = \frac{100 \times 80}{60} = 130 \text{ кг, або } 1,3 \text{ ц}$$

Кількість хлористого калію складе 1,3ц/га.

**Висновок:** Розрахунки показали, що для того, щоб у ґрунт на 1га потрапило 90кг азоту, 60кг фосфору та 80кг калію необхідно внести 1,3ц амофосу, 2,2ц/га амонійної селітри та 1,3ц/га хлористого калію.

### Приклад 3.

Під цукрові буряки необхідно внести  $N_{100}P_{70}K_{40}$  у вигляді нітроамофоски НАФК (вміст д.р. NPK 17-17-17), амонійної селітри ( $NH_4NO_3$  вміст д.р. N 35), преципітату ( $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$  вміст д.р.  $P_2O_5$  38).

Скільки центнерів фізичної маси цих добрив необхідно внести на 1га?

Розрахунки проводимо у такій послідовності:

1) знаходимо кількість НАФК. У цьому добриві вміст азоту, фосфору і калію однаковий, тому за правилом 2 орієнтуватись треба на калій (його потрібно внести найменше).

Ф.м	Д.р.
100 кг НАФК	17 кг калію
X кг НАФК	40 кг калію

$$X = \frac{100 \times 40}{17} = 140 \text{ кг, або } 1,4 \text{ ц}$$

З 1,4ц нітроамофоски в ґрунт крім 40кг/га калію потрапить також по 40кг азоту і фосфору. Необхідну решту азоту ( $100-40=60$ ) і фосфору ( $70-40=30$ ) довносимо з простими добривами.

2) знаходимо необхідну кількість амонійної селітри, яка містить 60кг азоту:

Ф.м	Д.р.
100 кг амонійної селітри	35 кг азоту
X кг амонійної селітри	60 кг азоту

$$X = \frac{100 \times 60}{35} = 170\text{кг або } 1,7\text{ц}$$

3) знаходимо кількість преципітату, яка буде містити 30кг фосфору.

100 кг преципітату	38 кг фосфору
X кг преципітату	40 кг фосфору

$$X = \frac{100 \times 40}{38} = 110\text{кг, або } 1,1\text{ц}$$

*Висновок: Розрахунки показали, що для того, щоб у ґрунт на 1га потрапило 100кг азоту, 70кг фосфору та 40кг калію необхідно внести 1,4ц нітроамофоски, 1,7ц/га амонійної селітри та 1,1ц/га преципітату.*

Для визначення кількості поживних речовин, внесених з тим чи іншим мінеральним добривом, розрахунки проводять наступним чином:

#### **Приклад 4.**

*На 1га внесено 6ц нітрофоски НФК (вміст д.р. NPK 11-10-11), 1,7ц амонійної селітри ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  вміст д.р. N 35), 4,5ц калімагу. Скільки кілограмів діючої речовини азоту, фосфору та калію потрапило в ґрунт на 1га?*

Знаходимо кількість NPK, яка міститься у вказаній кількості НФК:

Для азоту та калію:

Ф.м	Д.р.
100 кг нітрофоски	11 кг азоту
600 кг нітрофоски	X кг азоту

$$X = \frac{600 \times 11}{100} = 66\text{кг}$$

Для фосфору:

Ф.м	Д.р.
100 кг нітрофоски	11 кг азоту
600 кг нітрофоски	X кг азоту

$$X = \frac{600 \times 11}{100} = 66\text{кг}$$

Виходячи з розрахунків, з нітрофоскою в ґрунт потрапило по 66кг/га азоту і калію та 60кг/га фосфору.

Встановлюємо кількість азоту та калію, яка міститься у 1,7ц амонійної селітри і 4,5ц калімагу:

Для амонійної селітри:

Ф.м	Д.р.
100 кг амонійної селітри	35 кг азоту
170 кг амонійної селітри	X кг азоту

$$X = \frac{170 \times 35}{100} = 59,5 \text{ кг або } \approx 60 \text{ кг}$$

Для калімагу:

Ф.м

100 кг калімагу

170 кг калімагу

Д.р.

18 кг калію

X кг калію

$$X = \frac{450 \times 18}{100} = 81 \text{ кг}$$

**Висновок:** З усіма внесеними добривами на гектар потрапило  $66+60=126$  кг азоту,  $60$  кг фосфору та  $66+81=147$  кг калію.

У практиці сільськогосподарського виробництва кількість мінеральних добрив часто визначають в умовних туках. Перерахування фізичної маси мінеральних добрив в умовні туки здійснюється множенням фізичної маси на фактичний відсоток вмісту в даному добриві поживної речовини і результат ділять на середній відсоток вмісту поживної речовини.

Середній відсоток вмісту поживної речовини (умовні туки) для окремих видів мінеральних добрив прийнятий такий: калійних — 41,6; азотних — 20,5; фосфорних — 18,7.

Наприклад, внесено 1000 ц калійних солей з вмістом 40%  $K_2O$ , що в перерахунку на 100% поживних речовин становить 400 ц д.р.

$$X = \frac{1000 \times 40}{100} = 400 \text{ ц}$$

А в стандартних (умовних) туках:

$$X = \frac{1000 \times 40}{41,6} = 961,5 \text{ ц}$$

**Висновок:** 1000 ц калійної солі відповідає 961,5 ц умовних туків.

**Завдання:** користуючись теоретичним матеріалом, підручниками та лекціями, розрахувати за наведеними прикладами фізичну масу добрив згідно варіанту індивідуального завдання.

### Індивідуальні завдання:

Скільки центнерів фізичної маси добрив необхідно внести на 1 га за вказаних умов? Виразити усі прості добрива в умовних туках.

1. Необхідно внести  $N_{110}P_{60}K_{90}$  у вигляді діамофосу (NPK 20-50-0), сечовини (N 46), калійної солі (K 40).

2. Необхідно внести  $N_{90}P_{40}K_{60}$  у вигляді калійної селітри (NPK 13-0-46), простого суперфосфату (P 20), аміачної води (N 16).

3. Необхідно внести  $N_{100}P_{50}K_{40}$  у вигляді нітрофосу (NPK 20-20-0), амонійної селітри (N 35), хлористого калію (K 60).

4. Необхідно внести  $N_{80}P_{40}K_{50}$  у вигляді метафосфату калію (NPK 0-57-35), кальцієвої селітри (N 16), сульфату калію (K 50).

5. Необхідно внести  $N_{60}P_{40}K_{40}$  у вигляді метафосфату амонію (NPK 17-80-0), натрієвої селітри (N 16), калімагnezії (K 29).

6. Під культуру треба внести  $N_{80}P_{50}K_{40}$  у вигляді нітроамофоски (NPK 17-17-17), хлористого амонію (N 25), подвійного суперфосфату (P 40).

7. Під культуру треба внести  $N_{90}P_{60}K_{80}$  у вигляді нітрофоски (NPK 13-10-13), безводного аміака (N 82), хлористого калію (K 60).

8. Під культуру треба внести  $N_{100}P_{80}K_{80}$  у вигляді амофоски (NPK 15-15-15), сечовини (N 46), сульфату калію (K 50).

9. Під культуру треба внести  $N_{60}P_{60}K_{40}$  у вигляді суперфоски (NPK 0-12-18), амонійної селітри (N 35), преципітату (P 38).

10. Під культуру треба внести  $N_{70}P_{40}K_{50}$  у вигляді карбоамофоски (NPK 29-29-29), аміачної води (N 20), калійної солі (K 40).

11. Під культуру треба внести  $N_{70}P_{30}K_{40}$  у вигляді амофосу (NPK 11-44-0), аміачної води (N 16), подвійного суперфосфату (P 40), хлористого калію (K 60).

12. Під культуру треба внести  $N_{110}P_{60}K_{80}$  у вигляді нітроамофоски (17-17-17), амонійної селітри (N 35), хлористого калію (K 60).

13. На 1га внесено 1,5ц амонійної селітри (N 35), 2,0ц простого суперфосфату (P 20), 0,8ц хлориду калію (K 60).

14. На 1га внесено 1ц нітроамофоски (17-17-17), 0,5ц амонійної селітри (N 35), 0,8ц подвійного суперфосфату (P 40), 0,2ц хлористого калію (K 60).

15. На 1га внесено 1,2ц суперфоски (NPK 0-12-18), 0,7ц амонійної селітри (N 35), 0,5ц сульфату калію (K 50).

16. На 1га внесено 0,6ц калійної селітри (NPK 13-0-46), 1,4ц амонійної селітри (N 35), 0,6ц подвійного суперфосфату (P 40), 0,3ц хлористого калію (K 60).

17. На 1га внесено 1,1ц нітрофосу (NPK 20-20-0), 0,4ц сечовини (N 46), 0,4ц подвійного суперфосфату (P 40), 0,6ц сульфату калію (K 50).

18. На 1га внесено 0,5ц амофосу (NPK 11-44-0), 0,5ц аміачної води (N 16), 0,5ц протого суперфосфату (P 20), 0,5ц хлориду калію (K 60).

**Контрольні питання до теми:** 1. Що таке норма та доза добрив? 2. У якому вигляді виражають діючу речовину азотних, фосфорних та калійних добрив? 3. Якщо у комплексному добриві процентний вміст необхідних елементів суттєво відрізняється, з чого слід починати розрахунки? 4. Якщо у комплексному добриві процентний вміст необхідних елементів однаковий, або приблизно рівний, з чого слід починати розрахунки? 5. Які умовні туки прийняті для окремих видів мінеральних добрив: азотних, фосфорних, калійних?

**Рекомендована література:**

1. Господаренко Г.М. Агрохімія: підручник. К.: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2015. 476с.
2. Городній М.М., Бикін А.В., Нагаєвська Л.М. Агрохімія К.: ТОВ "Алефа", 2003. 786с.
3. Карасюк І.М., Геркіял О.М., Недвига М.В. та ін. Агрохімічний аналіз ґрунтів, рослин і добрив на лабораторно-практичних заняттях з агрохімії: навч. посібн. К.: ЗАТ «Нічлава», 2001. 192с.
4. Лісовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.М. Системи використання добрив. К.: Вид-во АПК, 2002. 350с.
5. Заришняк А.С., Лісового М.В. Сучасні системи удобрення с.-г. культур у сівозмінах з різною ротацією за основними ґрунтово-кліматичними зонами України. К.: Аграрна наука, 2008. 120с.
6. Господаренко Г.М. Удобрення сільськогосподарських культур. К.: Вища освіта, 2010. 191с.

Навчально-методичне видання

Сало Лариса Віталіївна

Трикіна Наталія Миколаївна

## **АГРОХІМІЯ**

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт  
для здобувачів ОПП Агрономія спеціальності 201-Агрономія  
першого (бакалаврського) ступеня вищої освіти  
згідно вимог кредитно-трансферної  
системи навчання

---

Формат А4. Ум. друк. арк. 1,83. Тираж 30 прим.

ЦНТУ, м.Кропивницький, пр.Університетський 8.