

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ  
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

***КАФЕДРА НЕОРГАНІЧНОЇ ТА АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ***

# **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до лабораторно-практичних занять і для самостійного  
вивчення аналітичної хімії під контролем викладача  
(якісний аналіз)**

**Біла Церква  
2004**

УДК 543. 061 (07)

Рекомендовано радою  
екологічного факультету  
(Протокол №3 від 11.11.2003р.)

Укладачі: **І.Г. Миколюк, Л.М.Філіпова, І.П. Гамалій**

Методичні вказівки до лабораторно-практичних занять і для самостійного вивчення аналітичної хімії під контролем викладача (якісний аналіз) / **І.Г. Миколюк, Л.М.Філіпова, І.П. Гамалій.** – Біла Церква, 2004. – 40с.

Рецензенти: д-р с.-г. наук, професор **Власенко М.Ю.**,  
канд. біол. наук, доцент **Бітюцький В.С.**

© БДЛУ, 2004

## ПЕРЕДМОВА

Для розвитку творчих здібностей майбутніх спеціалістів, посилення їхньої індивідуальної підготовки ставиться завдання – значно покращити самостійну роботу студентів, звернувши увагу на її планування та організацію, посилений контроль і допомогу з боку викладачів.

Сільськогосподарське виробництво тісно пов'язане з удосконаленням підготовки спеціалістів для цієї галузі. Майбутнім спеціалістам для засвоєння і широкого впровадження інтенсивних технологій в рослинництві необхідні знання з хімії, фундамент яких закладається при вивченні неорганічної та аналітичної хімії.

Роль аналітичної хімії в підготовці спеціалістів сільськогосподарського виробництва безперервно зростає. Це пов'язано з тим, що сучасне сільське господарство характеризується інтенсивним застосуванням мінеральних, органічних добрив, пестицидів, стимуляторів росту і ретардантів. Тому на досягненнях аналітичної хімії базується аналіз складу ґрунту і добрив, діагностика живлення рослин, аналіз кормів, контроль за якістю продукції сільського господарства і охорона навколишнього середовища.

Методичні вказівки з якісного аналізу складені відповідно з навчальною програмою з аналітичної хімії. В них містяться короткі відомості про завдання і значення аналітичної хімії, наведені основи якісного аналізу, представлені найбільш характерні часткові реакції катіонів, аніонів, хід аналізу суміші іонів. Окрім цього, в кінці кожної теми наводяться запитання для самоперевірки знань студентів.

Методичні вказівки допоможуть при виконанні лабораторно-практичних занять і будуть використовуватися для самостійної роботи студентів під керівництвом викладачів.



## ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ПРО ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ

Аналітична хімія – це розділ хімії, завданням якого є вивчення і теоретичне обґрунтування методів визначення складу різних речовин і їх сумішей.

Аналітична хімія поділяється на якісний та кількісний методи аналізу. В якісному аналізі вивчають склад речовин та їх сумішей, визначають з яких елементів чи груп елементів складається дана речовина. У кількісному аналізі вивчають кількісні співвідношення елементів, які утворюють хімічну сполуку. Так, наприклад, при вивченні аргентуму хлориду ( $\text{AgCl}$ ) в якісному аналізі встановлюють, що він складається із аргентуму ( $\text{Ag}$ ) і хлору ( $\text{Cl}$ ). У кількісному аналізі визначають співвідношення вказаних елементів, які входять до складу аргентуму хлориду. Перед тим, як встановити кількісні співвідношення елементів, необхідно визначити якісний склад, тому перед кількісним аналізом завжди повинен проводитись якісний аналіз.

Поява і розвиток методів хімічного аналізу пов'язані з розвитком виробництва. Перші якісні та кількісні дослідження виникли ще в глибоку давнину. Вони зводилися, головним чином, до визначення чистоти дорогоцінних металів – золота та срібла.

Аналітична хімія, і частково якісний аналіз, має велике значення як один з найважливіших методів дослідження речовин у фармакології, медицині, фізіології, мікробіології, агрономії та цілому ряді технічних наук.

## МЕТОДИ ЯКІСНОГО АНАЛІЗУ

При розпізнаванні речовин і встановленні їх складових частин враховують різні властивості та придатність досліджуваних речовин реагувати з одним реактивом і не вступати в реакцію з іншим. За якісного аналізу речовин певний елемент або іон перетворюють у певну нову сполуку, що володіє тими чи іншими характерними властивостями (кольором, нерозчинністю, формою кристалів, запахом і т. д.), на основі яких можна встановити склад цієї сполуки. Такі хімічні перетворення називають аналітичними реакціями. Речовина, яка викликає аналітичну реакцію, називається реактивом або реагентом.

Розглянемо декілька аналітичних реакцій. При взаємодії солей тривалентного феруму з сіллю роданистоводневої кислоти утворюється криваво-червоний розчин феруму роданіду  $\text{Fe}(\text{CNS})_3$ :



Ця аналітична реакція є характерною для відкриття іона тривалентного феруму.

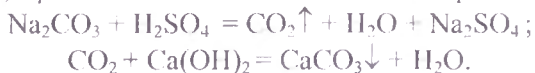
Барій визначають перетворенням його у білий осад  $\text{BaSO}_4$ , нерозчинний у кислотах і лугах:



Оцтову кислоту визначають за характерним запахом, який вона має, перебуваючи у вільному стані:



При визначенні карбонатної кислоти характерною ознакою є виділення під дією кислоти газу, що не має запаху, та утворення білого осаду (помутніння) при взаємодії з вапняковою або баритовою водою:



В залежності від кількості речовини, з якою проводять аналіз, розрізняють макро-, напівмікро- і мікрометоди якісного аналізу.

При макрометоді для аналізу беруть від 0,5 до 1 г сухої речовини або 20–40 мл розчину. У напівмікрометоді використовують біля 0,05 г сухої речовини або 1 мл розчину. У мікроаналізі беруть від 0,005 до 0,01 г сухої речовини або близько 0,1 мл розчину.

При макроаналізі реакції з розчищеною речовиною виконують у пробірках, тому цей метод називають інколи “пробірковим” аналізом.

При мікроаналізі реакції виконують краплиним або мікрокристалоскопічним методами. При краплинному методі використовують реакції, які супроводжуються зміною кольору або утворенням осаду. Реакції проводять на смужці фільтрувального паперу, наносячи на неї у певній послідовності краплинами досліджувану речовину і відповідні реактиви. За кольором утвореної забарвленої плями роблять висновки про наявність того чи іншого іона. Реакції краплиним методом проводять також на спеціальній краплинній пластинці, на годинниковому склі, у фарфоровій чашці. Нагрівання у колбах і фарфорових чашках проводять не на відкритому вогні, а на асбестовій або металевій сітці.

Із наведеного вище робимо висновок, що проаналізувати речовину – це означає відкрити всі існуючі у ній іони (катіони і аніони).

## ЧУТЛИВІСТЬ РЕАКЦІЙ. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ РЕАКЦІЙ

Щоб знайти певний іон, обирають характерну реакцію, під час якої відбуваються добре виявлені специфічні зміни (внутрішні і зовнішні ефекти). Реакція, яка використовується для відкриття певного іона, називається частковою або характерною реакцією для цього іона. У кожного іона є кілька часткових реакцій. Найбільш характерна у даних умовах реакція іона називається реакці-

сю **відкриття** цього іона. **Специфічною** називається така реакція іона, яка дозволяє відкрити його у присутності всіх інших іонів. **Перепірочними** реакціями називаються такі, що пов'язані з властивостями утворених у результаті часткових реакцій сполук. Наприклад, осад оксалату кальцію  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ , утворений при відкритті іона  $\text{Ca}^{2+}$ , розчиняється у соляній кислоті і перозчинний в оцтовій  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

Для відкриття іона вибирають найбільш чутливу реакцію. Чутливість реакції визначають найменшою концентрацією іона в розчині, яка дає можливість виявити його.

Кожна хімічна реакція проходить за певних умов, які залежать від властивостей утворених сполук. Висновок про достовірність реакції можна робити в тому випадку, якщо витримані всі умови до її проведення. До таких умов відносяться: реакція середовища, температура, концентрація розчину, наявність заважаючих іонів. Наприклад, осад  $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  розчинний у кислотах і лугах при нагріванні, а також у великій кількості холодної води. Утворення осаду можна прискорити потиранням скляною паличкою по внутрішніх стінках пробірки.

Таким чином, до умов проходження реакції одержання осаду  $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  відносяться:

- 1) нейтральне середовище розчину;
- 2) досить висока концентрація розчину солей калію;
- 3) невисока температура розчину (реакцію проводять “на холод”, при звичайній температурі, без нагрівання);
- 4) потирання скляною паличкою по стінках пробірки (найменші частинки скла є центрами кристалізації).

Недотримання хоч би однієї з цих вимог не дасть позитивного результату.

Мікрокристалоскопічним методом реакції проводять на предметному склі. За формою утворених кристалів, що розглядаються під мікроскопом, роблять висновок про присутність шуканого елемента чи іона.

### **Реакції сухим і мокрим способом**

При аналізі речовин аналітичні реакції проводяться сухим або мокрим способом.

При виконанні аналітичних реакцій сухим способом досліджувану речовину і відповідні реактиви беруть у твердому стані, реакції з ними проводять при високих температурах (500 – 1200 °С).

**Сплавлювання.** Досліджувану речовину сплавлюють з тими чи іншими “плавнями”, якими є суміші 1:1 сполук  $\text{K}_2\text{CO}_3$  і  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  або  $\text{NaNO}_3$  і

$\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Елемент визначають за характерним забарвленням речовини, отриманої в ході реакції. Наприклад, при сплавленні солі хрому (III) перетворюються у хром (VI), для якого характерний жовтий колір.

### Отримання забарвлених перлів (склоподібної кольорової маси)

Сполуки деяких металів при розчиненні в бурі  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$  утворюють перли з характерним забарвленням. Наприклад, для сполук хрому характерний зелений колір перла, для кобальту – інтенсивно синій. Для отримання перла петлю платинового дроту розжарюють до червоного кольору, а потім торкаються ним кристалів  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$  і знову вносять у полум'я спиртівки. Прозорим перлом, який утворився в петлі, торкаються досліджуваної речовини і вносять її в полум'я спиртівки. Перл забарвлюється в характерний для досліджуваного елемента колір.

**Забарвлення полум'я.** Солі летких кислот деяких металів, якщо їх нанести на платиновий або ніхромовий дріт і помістити в безбарвне полум'я, забарвлюють його у характерний для даного елемента колір. Наприклад, солі натрію забарвлюють полум'я у жовтий колір, купрум – у зелений, калію – у фіолетовий. Солі металів нелетких кислот попередньо змочують соляною кислотою для перетворення їх в легкі хлористі солі.

При аналізі головну роль відіграють реакції мокрим способом, тому досліджувану речовину переводять у розчин. Як розчинник звичайно застосовують дистильовану воду, а також розбавлені і концентровані кислоти та луги. У деяких випадках застосовують суміші концентрованих кислот. Розчиняють речовини у пробірках, колбах або у фарфорових чашках. Якщо речовина не розчиняється при звичайній температурі, то застосовується нагрівання.

### Дробний і систематичний аналіз

Речовина інколи піддається аналізу за допомогою декількох реакцій, характерних для іонів, що входять до її складу. Аналіз, який базується на відкритті іонів із використанням специфічних реакцій, що проводяться в окремих порціях досліджуваного розчину в будь-якій послідовності, називається **дробним**.

Наприклад, катіон  $\text{NH}_4^+$  відкривають за виділенням газоподібного аміаку при дії на досліджувану речовину розчином лугів:



або в іонному вигляді:



## Література

1. Жаровський Ф.Г., Пилипенко А.Т., П'ятицький У.В. Аналітична хімія.– К.: Вища шк., 1982.– 544 с.
2. Федоров А.О. Аналітичні реакції та хімічний аналіз. – Чернівці: Рута, 1997.– 120 с.
3. Цитович И.К. Курс аналитической химии. – М.: Высш. школа., 1985.– 400с.

*Колоденко сл.*



## ЗМІСТ

Передмова.....	3
Основні поняття про якісний аналіз.....	4
Методи якісного аналізу.....	4
Чутливість реакції. Умови проведення реакцій.....	5
Класифікація катіонів. Груповий реагент.....	8
Перша аналітична група катіонів.....	10
Друга аналітична група катіонів.....	16
Третя аналітична група катіонів.....	25
Четверта аналітична група катіонів.....	28
Реакції відкриття аніонів. Класифікація аніонів.....	31
Аналіз сухої речовини.....	36
Література.....	38

**Методичні вказівки до лабораторно-практичних занять і для  
самостійного вивчення аналітичної хімії під контролем викладача  
(якісний аналіз)**

**Миколіук Іван Гаврилович  
Філіпова Лариса Миколаївна  
Гамалій Ірина Петрівна**

*Редактор: О. М. Трегубова  
Комп'ютерна верстка: О. В. Кухарева*

Здано до складання 11.02.2004. Підписано до друку 18.03.2004.  
Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Ум. др. арк. 2,3. Тираж 400. Зам. 2080. Ціна 1 грн 40 к.  
Сектор оперативної поліграфії РВКВ БДАУ.  
09117, Біла Церква, Соборна площа, 8/1; тел. 3-11-01.