**Лабораторна робота №2**

**Тема: Основні класи неорганічних сполук та їх значення в агрономії**

**Мета роботи**

* Поглибити знання про основні класи неорганічних сполук та їх властивості
* Дослідити хімічні властивості оксидів, кислот, основ і солей, важливих для агрономічної практики
* Вивчити вплив різних класів неорганічних сполук на властивості ґрунту та живлення рослин
* Набути практичних навичок ідентифікації та перетворення неорганічних сполук, що використовуються в агрономії

**План заняття:**

**1. Вступ**

* Значення неорганічних сполук у ґрунтових процесах та живленні рослин
* Класифікація неорганічних сполук
* Зв'язок властивостей неорганічних сполук з їх практичним застосуванням в агрономії

**2. Оксиди та їх роль в агрономії**

* Класифікація оксидів
* Кислотні, основні та амфотерні оксиди в ґрунті
* Вплив оксидів на реакцію ґрунтового розчину
* Практичне застосування оксидів у сільському господарстві

**3. Кислоти та їх агрономічне значення**

* Класифікація та властивості кислот
* Сильні та слабкі кислоти в ґрунтовому розчині
* Кислотність ґрунту: актуальна, обмінна, гідролітична
* Вплив кислотності на доступність елементів живлення
* Застосування кислот у виробництві мінеральних добрив

**4. Основи в агрономічній практиці**

* Розчинні та нерозчинні основи
* Гідроксиди металів у ґрунті
* Вапнування кислих ґрунтів: хімізм процесу
* Реакції нейтралізації в ґрунтовому розчині

**5. Солі як основа мінерального живлення рослин**

* Класифікація солей (середні, кислі, основні, подвійні, комплексні)
* Розчинність солей та її значення для доступності елементів живлення
* Гідроліз солей та його вплив на реакцію ґрунтового розчину
* Фізіологічна кислотність та лужність мінеральних добрив

**6. Мінеральні добрива як представники різних класів неорганічних сполук**

* Азотні добрива (нітрати, амонійні солі, аміди)
* Фосфорні добрива (фосфати, суперфосфати)
* Калійні добрива (хлориди, сульфати, карбонати калію)
* Комплексні добрива
* Мікродобрива

**7. Хімічні процеси перетворення неорганічних сполук у ґрунті**

* Вилуговування та фіксація поживних елементів
* Кислотно-основні взаємодії
* Окисно-відновні процеси
* Гідроліз та іонний обмін

**8. Практичне застосування знань про неорганічні сполуки в агрономії**

* Розрахунок доз вапнування
* Визначення потреби в гіпсуванні
* Розрахунок доз мінеральних добрив
* Аналіз кислотності ґрунту

**Теоретична частина:**

**1. Вступ**

Неорганічні сполуки відіграють ключову роль у процесах, що відбуваються в ґрунті та рослинах. Розуміння хімічних властивостей цих сполук дозволяє агрономам ефективно управляти родючістю ґрунтів, оптимізувати мінеральне живлення рослин та підвищувати продуктивність сільськогосподарських культур.

Основні класи неорганічних сполук включають:

* Оксиди (СаО, MgO, P₂O₅, SO₃)
* Кислоти (H₂SO₄, HNO₃, H₃PO₄)
* Основи (Ca(OH)₂, KOH, NH₄OH)
* Солі (KCl, NH₄NO₃, Ca(H₂PO₄)₂)

Кожен з цих класів має специфічні властивості та виконує певні функції в системі "ґрунт-рослина".

**2. Оксиди та їх роль в агрономії**

**Класифікація оксидів:**

* **Основні оксиди** (СаО, MgO, K₂O) – взаємодіють з водою з утворенням основ, з кислотами – з утворенням солей
* **Кислотні оксиди** (CO₂, SO₂, P₂O₅) – взаємодіють з водою з утворенням кислот, з основами – з утворенням солей
* **Амфотерні оксиди** (Al₂O₃, ZnO) – проявляють властивості як основних, так і кислотних оксидів
* **Несолетворні оксиди** (N₂O, NO) – не утворюють солей при взаємодії з кислотами чи основами

**Оксиди в агрономії:**

1. **Оксид кальцію (СаО)** – негашене вапно, використовується для вапнування кислих ґрунтів:
2. СаО + H₂O → Ca(OH)₂
3. Ca(OH)₂ + 2H⁺ → Ca²⁺ + 2H₂O
4. **Оксид фосфору(V) (P₂O₅)** – компонент фосфорних добрив, показник вмісту засвоюваного фосфору:
5. P₂O₅ + 3H₂O → 2H₃PO₄
6. **Вуглекислий газ (CO₂)** – джерело вуглецю при фотосинтезі, утворюється при диханні ґрунтових організмів:
7. CO₂ + H₂O ⇌ H₂CO₃ ⇌ H⁺ + HCO₃⁻
8. **Оксид сірки(IV) (SO₂)** – забруднювач атмосфери, при розчиненні у воді утворює кислотні дощі:
9. SO₂ + H₂O → H₂SO₃

**3. Кислоти та їх агрономічне значення**

**Класифікація кислот:**

* За силою: сильні (H₂SO₄, HNO₃, HCl) і слабкі (H₂CO₃, H₂S, H₃PO₄)
* За наявністю кисню: оксигеновмісні (H₂SO₄, HNO₃) і безоксигенові (HCl, H₂S)
* За основністю: одноосновні (HCl, HNO₃), двоосновні (H₂SO₄, H₂CO₃), триосновні (H₃PO₄)

**Кислоти в агрономії:**

1. **Фосфорна кислота (H₃PO₄)** – компонент фосфорних добрив, бере участь у фосфорилюванні при енергетичному обміні в рослинах.
2. **Нітратна кислота (HNO₃)** – використовується для виробництва азотних добрив (аміачна селітра):
3. HNO₃ + NH₃ → NH₄NO₃
4. **Сульфатна кислота (H₂SO₄)** – використовується для виробництва суперфосфату та сульфату амонію:
5. Ca₃(PO₄)₂ + 3H₂SO₄ → 3CaSO₄ + 2H₃PO₄
6. H₂SO₄ + 2NH₃ → (NH₄)₂SO₄

**Кислотність ґрунту:**

* **Актуальна кислотність** – активність іонів H⁺ у ґрунтовому розчині (pH)
* **Обмінна кислотність** – вміст обмінних іонів H⁺ і Al³⁺ в ґрунтовому поглинальному комплексі
* **Гідролітична кислотність** – загальний вміст кислотних компонентів, що витісняються з ґрунту лужним гідролізуючим розчином

**Вплив кислотності на доступність елементів живлення:**

* У кислому середовищі (pH < 5,5) підвищується розчинність сполук Fe, Mn, Al, які можуть бути токсичними для рослин
* При pH < 6,0 знижується доступність P, Ca, Mg
* При pH > 7,5 знижується доступність Fe, Mn, Zn, Cu, B

**4. Основи в агрономічній практиці**

**Класифікація основ:**

* **Розчинні основи (луги)**: NaOH, KOH, Ba(OH)₂, Ca(OH)₂
* **Нерозчинні основи**: Fe(OH)₃, Al(OH)₃, Cu(OH)₂

**Основи в агрономії:**

1. **Гідроксид кальцію (Ca(OH)₂)** – гашене вапно, використовується для вапнування кислих ґрунтів:
2. Ca(OH)₂ + 2H⁺ → Ca²⁺ + 2H₂O
3. Ca(OH)₂ + 2Al³⁺ → Ca²⁺ + 2Al(OH)₃↓
4. **Гідроксид амонію (NH₄OH)** – компонент рідких азотних добрив:
5. NH₄OH ⇌ NH₄⁺ + OH⁻
6. **Гідроксид алюмінію (Al(OH)₃)** – утворюється в ґрунті при нейтралізації кислотності, адсорбує фосфат-іони:
7. Al(OH)₃ + H₂PO₄⁻ → Al(OH)₂H₂PO₄ + OH⁻

**Вапнування кислих ґрунтів:**

* Нейтралізація іонів H⁺ в ґрунтовому розчині
* Заміщення іонів Al³⁺ і H⁺ в ґрунтовому поглинальному комплексі на Ca²⁺
* Осадження шкідливих розчинних форм алюмінію
* Покращення структури ґрунту
* Активізація мікробіологічної діяльності
* Підвищення доступності фосфору та молібдену

**5. Солі як основа мінерального живлення рослин**

**Класифікація солей:**

* **Середні солі**: утворені повним заміщенням іонів H⁺ у кислоті (KCl, Na₂SO₄, Ca(NO₃)₂)
* **Кислі солі**: утворені неповним заміщенням іонів H⁺ у багатоосновній кислоті (NaHCO₃, KH₂PO₄)
* **Основні солі**: містять гідроксильні групи (CuOHCl, (MgOH)₂CO₃)
* **Подвійні солі**: містять катіони різних металів (KAl(SO₄)₂, KMgCl₃)
* **Комплексні солі**: містять комплексні іони (K₄[Fe(CN)₆], K₃[Fe(C₂O₄)₃])

**Гідроліз солей:**

1. **Солі, утворені сильною основою і сильною кислотою** (KCl, NaNO₃) – не гідролізуються, pH розчину нейтральний.
2. **Солі, утворені слабкою основою і сильною кислотою** (NH₄Cl, FeCl₃) – гідролізуються за катіоном, pH розчину кислий:
3. NH₄⁺ + H₂O ⇌ NH₄OH + H⁺
4. **Солі, утворені сильною основою і слабкою кислотою** (Na₂CO₃, K₃PO₄) – гідролізуються за аніоном, pH розчину лужний:
5. CO₃²⁻ + H₂O ⇌ HCO₃⁻ + OH⁻
6. **Солі, утворені слабкою основою і слабкою кислотою** (CH₃COONH₄) – гідролізуються за катіоном і аніоном, pH розчину залежить від відносної сили кислоти і основи.

**Фізіологічна кислотність та лужність мінеральних добрив:**

* **Фізіологічно кислі добрива**: при засвоєнні рослинами переважно катіонів, у ґрунті залишаються аніони, що підкислюють ґрунт ((NH₄)₂SO₄, NH₄Cl)
* **Фізіологічно лужні добрива**: при засвоєнні рослинами переважно аніонів, у ґрунті залишаються катіони, що підлужують ґрунт (NaNO₃, KNO₃)
* **Фізіологічно нейтральні добрива**: не змінюють pH ґрунту (KCl, NH₄NO₃)

**6. Мінеральні добрива як представники різних класів неорганічних сполук**

**Азотні добрива:**

1. **Нітратні добрива** (солі нітратної кислоти):
	* Натрієва селітра (NaNO₃) – 16% N, фізіологічно лужне добриво
	* Кальцієва селітра (Ca(NO₃)₂) – 15.5% N, фізіологічно лужне добриво
	* Калієва селітра (KNO₃) – 13,5% N, 46,5% K₂O, фізіологічно лужне добриво
2. **Амонійні добрива** (солі амонію):
	* Сульфат амонію ((NH₄)₂SO₄) – 21% N, фізіологічно кисле добриво
	* Хлорид амонію (NH₄Cl) – 26% N, фізіологічно кисле добриво
3. **Аміачно-нітратні добрива**:
	* Аміачна селітра (NH₄NO₃) – 34% N, фізіологічно нейтральне добриво
4. **Амідні добрива** (містять амідну форму азоту):
	* Карбамід (CO(NH₂)₂) – 46% N, фізіологічно кисле добриво

**Фосфорні добрива:**

1. **Водорозчинні** (солі ортофосфатної кислоти):
	* Суперфосфат простий (Ca(H₂PO₄)₂·H₂O + CaSO₄) – 20% P₂O₅
	* Суперфосфат подвійний (Ca(H₂PO₄)₂·H₂O) – 40-50% P₂O₅
	* Амофос (NH₄H₂PO₄) – 11% N, 52% P₂O₅
2. **Важкорозчинні**:
	* Фосфоритне борошно (Ca₃(PO₄)₂) – 25-30% P₂O₅
	* Томасшлак (Ca₃(PO₄)₂·CaSiO₃) – 14-20% P₂O₅

**Калійні добрива:**

1. **Хлоридні** (солі хлоридної кислоти):
	* Хлорид калію (KCl) – 60% K₂O
2. **Сульфатні** (солі сульфатної кислоти):
	* Сульфат калію (K₂SO₄) – 50% K₂O
	* Калімагнезія (K₂SO₄·MgSO₄) – 28-30% K₂O, 8-10% MgO
3. **Змішані**:
	* Калійна сіль (KCl + NaCl) – 40% K₂O

**Комплексні добрива:**

* Нітроамофоска (N:P:K = 16:16:16)
* Нітрофоска (N:P:K = 12:12:12)
* Діамофос ((NH₄)₂HPO₄) – 18% N, 46% P₂O₅

**Мікродобрива:**

* Сульфат міді (CuSO₄·5H₂O) – мідний купорос
* Сульфат цинку (ZnSO₄·7H₂O) – цинковий купорос
* Борна кислота (H₃BO₃)
* Молібдат амонію ((NH₄)₂MoO₄)

**7. Хімічні процеси перетворення неорганічних сполук у ґрунті**

**Вилуговування та фіксація поживних елементів:**

* **Вилуговування нітратів**: через слабку адсорбцію ґрунтовими колоїдами нітрат-іони легко вимиваються в нижні шари ґрунту
* **Фіксація амонію**: іони NH₄⁺ закріплюються в міжпакетному просторі глинистих мінералів
* **Фіксація фосфатів**: утворення нерозчинних фосфатів з іонами Fe³⁺, Al³⁺, Ca²⁺
* **Фіксація калію**: специфічна адсорбція K⁺ глинистими мінералами

**Кислотно-основні взаємодії:**

* Взаємодія кислих добрив з карбонатами ґрунту
* Нейтралізація гідролітичної кислотності вапном
* Буферні властивості ґрунту

**Окисно-відновні процеси:**

* Нітрифікація: NH₄⁺ → NO₂⁻ → NO₃⁻
* Денітрифікація: NO₃⁻ → NO₂⁻ → NO → N₂O → N₂
* Окислення сульфідів: S²⁻ → S⁰ → SO₄²⁻
* Відновлення сульфатів: SO₄²⁻ → S²⁻

**Гідроліз та іонний обмін:**

* Гідроліз алюмосилікатів ґрунту
* Катіонний обмін: заміщення одних катіонів на інші в ґрунтовому поглинальному комплексі
* Аніонний обмін: заміщення одних аніонів на інші в ґрунтових колоїдах

**8. Практичне застосування знань про неорганічні сполуки в агрономії**

**Розрахунок доз вапнування:** Для нейтралізації кислотності ґрунту з гідролітичною кислотністю Нг (мг-екв/100 г ґрунту) необхідна доза CaCO₃ (т/га) розраховується за формулою: D = 0.05 × Нг × h × d де h – потужність орного шару (см), d – щільність ґрунту (г/см³).

**Визначення потреби в гіпсуванні:** Для заміщення обмінного натрію в солонцевих ґрунтах доза гіпсу (т/га) розраховується за формулою: D = 0.086 × (Na⁺ - 0.05 × ЄКО) × h × d де Na⁺ – вміст обмінного натрію (мг-екв/100 г), ЄКО – ємність катіонного обміну (мг-екв/100 г).

**Розрахунок доз мінеральних добрив:** Доза добрива (кг/га) розраховується за формулою: D = 100 × N / C де N – необхідна кількість діючої речовини (кг/га), C – вміст діючої речовини в добриві (%).

**Аналіз кислотності ґрунту:**

* pH-метрія – визначення актуальної кислотності
* Визначення гідролітичної кислотності за Каппеном
* Визначення обмінної кислотності за Соколовим

**Практична частина:**

1. **Завдання на класифікацію неорганічних сполук:** Розподіліть наведені сполуки за класами: CaO, H₂SO₄, NaOH, NH₄NO₃, KH₂PO₄, Ca(NO₃)₂, Fe₂O₃, H₃PO₄, K₂SO₄
2. **Завдання на хімічні властивості:** Напишіть рівняння реакцій, що характеризують хімічні властивості: а) CaO з водою та з H₂SO₄ б) H₃PO₄ з Ca(OH)₂ (надлишок) в) NaOH з FeSO₄
3. **Розрахункові задачі:** а) Розрахуйте масу аміачної селітри (NH₄NO₃), необхідну для внесення 40 кг азоту на гектар. б) Скільки кілограмів хлориду калію (KCl) потрібно внести на ділянку площею 5 га, щоб забезпечити норму внесення K₂O 120 кг/га?
4. **Аналітичні завдання:** а) Поясніть, чому фосфорні добрива краще засвоюються рослинами на слабкокислих ґрунтах. б) Обґрунтуйте вибір форми азотного добрива для піщаних ґрунтів з урахуванням ризику вимивання.

**Висновки:**