Лабораторна робота № 21
Тема: Оцінка хімізму та ступеня засолення ґрунтів

Мета роботи: засвоїти алгоритм розрахунку токсичних солей за результатами кількісного аналізу водної витяжки, а також навчитись давати оцінку хімізму та ступеня засолення.

Матеріали та обладнання:
1. Зразки ґрунту
2. методичні вказівки
3. результати лабораторного аналізу водної витяжки грунту
4. калькулятор

Класифікація засолених грунтів

Засоленість ґрунтів – це процес утворення галогенних ґрунтів (від греч. hals – сіль). Причиною цього явища може стати природний фактор засолення (наявність соленосних материнських чи генетичних порід), а також антропогенний фактор, пов'язаний із господарською діяльністю людини (використання неправильного меліоративного режиму, зрошення ґрунтів промислово-стоковими водами, як правило засоленими тощо).

Засолені ґрунти розрізняють за глибиною залягання сольового горизонту на:

- Солончакові – солі у шарі 0–30 см
- Солончакуваті – 30–80 см
- Глубокосолончакуваті – 80–150 см
- Глибоко засолені – нижче 150 см

У зв'язку з тим, що різні солі неоднаково токсичні для рослин, засолені ґрунти розрізняють за складом солей.

Хімізм (тип) засолення визначають за даними аналізів водних витяжок і засноване на співвідношенні аніонів. Класифікація ґрунтів за хімізмом наведена у табл. 1.

Таблиця - 1 Розподіл ґрунтів за хімізмом (типом) засолення (Єгоров та ін.)

Тип засолення	Відношення мг-екв аніонів			Відношення мг-екв катіонів
	$\frac{Cl}{SO_4}$	$\frac{HCO_3}{Cl}$	$\frac{HCO_3}{SO_4}$	
Хлоридне і сульфатно-хлоридне	1–2,5 і вище	–	–	–
Хлоридно-сульфатне	≤0,2–1,0	–	–	–
Сульфатне	<0,2-0,3	–	–	–
Содово-хлоридное	> 1	< 1	> 1	HCO_3> Ca–Mg
Содово-сульфатне	< 1	> 1	< 1	Na > Mg
Хлоридно-содове	> 1	> 1	> 1	Na > Ca
Сульфатно-содовое	< 1	> 1	> 1	–
Сульфатно- або хлоридно-гідрокарбонатне	–	> 1	> 1	HCO_3> Na

В найменуванні типу засолення вказуються ті аніони, вміст яких перевищує 20 % суми аніонів в мг-екв; превалюючий аніон ставиться в назві на останнє місце.

За ступенем засолення ґрунти поділяються на незасолені, слабозасолені, середньозасолені, сильно- та дуже сильнозасолені (табл. 2).

Таблиця 2 - Класифікація грунтів за ступенем засолення (за Базилевич, Панковою)

Ступінь засолення	Хімізм засолення, сума солей (щільний залишок), %					
	Хлоридний Cl: $SO_4 \geq 2,5$	**Сульфатно-хлоридний** Cl: SO_4=2,5-1	**Хлоридно-сульфатний** Cl:$SO_4 \leq$1-0,3	**Хлоридно-содовий, содово-хлоридний** Cl: SO_4>1 $HCO_3 \approx$ Cl	**Сульфатний** Cl: $SO_4 \leq 0,3$	**Содово-сульфатний, сульфатно-содовий** Cl: $SO_4 \leq$01 $HCO_3 \approx SO_4$
Незасолені	<0,03	< 0,05	< 0,10	< 0,1	<0,15	<0,15
Слабо-засолені	0,03-0,10	0,05-0,12	0,10-0,25	0,1-0,15	0,15-0,30	0,15-0,25
Середньо-засолені	0,10-0,30	0,12-0,35	0,25-0,50	0,15-0,30	0,30-0,60	0,25-0,35
Сильно-засолені	0,30-0,60	0,35-0,70	0,50-0,90	0,30-0,50	0,60-1,40	0,35-0,60
Дуже сильно-засолені (солончаки)	>0,60	> 0,7	>0,9	>0,5	>1,4	>0,6

Однакова кількість солей в залежності від їх складу може свідчити про різний ступінь засолення ґрунтів, що зумовлено нерівноцінною токсичність солей для рослин. Тому ступінь засолення ґрунтів встановлюється за величиною щільного залишку та вмістом іонів, що визначають хімізм (тип) засолення (см. табл. 2).

Розрахунки токсичних солей за даними аналізу водної витяжки

Розрахунки токсичних солей за даними аналізу водної витяжки проводять наступним чином: до токсичних відносяться: іони Na^+, Mg^{2+}, Cl^-,CO_3^{2-}; іони SO_4^{2-} та HCO_3^- зв'язні з Na^+ та Mg^{2+}; іони Ca^{2+}, зв'язні з Cl^-.

Залежно від складу водної витяжки можливі наступні варіанти розрахунку токсичних іонів:

1. Якщо вміст іона HCO^{3-} менше Ca^{2+}, а вміст Ca^{2+} менше SO_4^{2-}, розраховують лише токсичний іон SO_4^{2-}, зв'язний з Na^+ та Mg^{2+} за формулою:

$$SO_4^{2-}{}_{\text{токс}} = (Na^+ + Mg^{2+}) — Cl^-,$$

Наприклад, за даними водної витяжки вміст іонів становить:HCO_3^- — 0,44 мг-екв; Cl^- — 5,38; SO_4^{2-} — 5,99; Ca^{2+} — 2,30; Mg^{2+} —1,65; Na^+ — 7,86 мг-екв на 100 г ґрунту. $SO_4^{2-}{}_{\text{токс}}$ = (7,86 + 1,65) —5,38 = 4,13 мг-екв.

Кількість токсичних іонів у витяжці така: Cl^- — 5,38; SO_4^{2-} — 4,13;Mg^{2+} — l,65; Na^+ — 7,86 мг-екв.

2. Якщо вміст HCO_3^- менше Ca^{2+}, а Ca^{2+} більше SO_4^{2-}, розраховують токсичний Ca^{2+}, зв'язний з Cl^-, за формулою:

$$Ca^{2+}{}_{\text{токс}} = Cl^- — (Na^+ + Mg^{2+}).$$

3. Якщо вміст іона HCO^{3-} більше Ca^{2+}, розраховують токсичний HCO_3^- за формулою:

$$HCO_3^-{}_{\text{токс}} = HCO_3^-{}_{\text{заг.}} — Ca^{2+}.$$

Вміст іонів, виражений у міліеквівалентах, множать на міліеквівалентну масу, яка дорівнює: Ca^{2+} — 0,02; Mg^{2+} — 0,012; Na^+ — 0,023;K^+ — 0,039; Cl^- — 0,035;

HCO_3^- — 0,061; CO_3^{2-} — 0,031; SO_4^{2-} — 0,053; отримуємо вміст токсичних іонів у відсотках від маси сухого ґрунту. Сума їх дає суму токсичних солей у відсотках.

Сума токсичних солей (%) при вмісті токсичних іонів, як у нашому прикладі, буде становити:

$$Cl^- — 5{,}38 \times 0{,}035 = 0{,}18870$$
$$SO_4^{2-} — 4{,}13 \times 0{,}053 = 0{,}21889$$
$$Mg^{2+} — 1{,}65 \times 0{,}012 = 0{,}01980$$
$$Na^+ — 7{,}86 \times 0{,}023 = 0{,}18078$$
$$\sum 0{,}60817 \approx 0{,}61\%$$

Враховуючи, що за співвідношенням іонів у даному ґрунті тип засолення хлоридно-сульфатний, за даними табл. 2 встановлюємо ступінь засолення, який відповідає градації сильнозасолений. Отже, в нашому прикладі маємо сильнозасолений ґрунт з хлоридно-сульфатним типом засолення.

Користуючись табл. 3 встановлюємо, що на такому ґрунті слід очікувати сильне пригнічення і випади рослин, яке супроводжується зниженням урожаю на 50—80%.

Про направленість сольового режиму ґрунтів (відбувається процес засолення чи розсолення) можна судити за характером аніонного складу водної витяжки. Хлоридний тип засолення характерний для ґрунтів з прогресивним соленакопиченням, хлоридно-сульфатний — ґрунтам проміжного ряду, а сульфатний — ряду розсолення (при наявності акумуляції гіпсу).

Таблиця 3 - Ступінь засолення і стан польових культур

Ступінь засолення ґрунтів	**Стан середньостійких рослин**
Незасолені	Добрий ріст і розвиток (рослини не випадають, врожай нормальний)
Слабкозасолені	Слабке пригнічення (спостерігаються випади рослин, зниження врожаю на 10–20%)
Середньозасолені	Середнє пригнічення (випади рослин, зниження врожаю на 20–50%)
Сильнозасолені	Сильне пригнічення (випади рослин, зниження врожаю на 50–80%)
Дуже сильнозасолені	Виживають поодинокі рослини (врожай практично відсутній)

Ступінь засолення можна встановити на основі **"сумарного ефекту"** впливу токсичних іонів. Токсичність тих або інших іонів виражають в еквівалентах хлору, виходячи з наступних співвідношень:

$$eCl = 0{,}1\ CO_3^{2-} = 3HCO_3^- = 6SO_4^{2-}.$$

У цьому випадку класифікація ґрунтів за ступенем засолення, з урахуванням еквівалентної дії різних аніонів, має вигляд:

Ступінь засолення	**"Сумарний ефект" токсичних іонів (CO_3^{2-}, HCO_3^-,Cl^-, SO_4^{2-}), мг-екв/100 г ґрунту**
Незасолені	<0,3
Слабкозасолені	0,3 - 1,0
Середньозасолені	1,0 - 3,0
Сильнозасолені	3,0 - 7,0
Дуже сильнозасолені	>7,0

Завдання 1. За даними аналізу водної витяжки розрахувати тип засолення та кількість токсичних солей прямим методом та за «сумарним ефектом»).

Ед. измерения	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	Сумма солей, мг-екв/100г
мг/100г мэкв/100г	-	0,56	5,85	45,61	9,92	13,61	26,51	1,98	104,04