

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агротехнологій

Кафедра ґрунтознавства та агрохімії

ОХОРОНА І ВІДНОВЛЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ

Методичні рекомендації

для виконання практичних робіт здобувачами другого (магістерського)
рівня вищої освіти ОНП «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія»
денної форми здобуття вищої освіти

МИКОЛАЇВ
2025

УДК [332.33+349.41]-047.44
О-92

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від 15.05.2025 р., протокол № 10.

Укладач:

Н.О. Колояніді – канд. с.-г. наук, ст. викладач кафедри ґрунтознавства та агрохімії, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

Т.М. Манушкіна – канд. с.-г. наук, доцент, доцент кафедри землеробства, геодезії та землеустрою, Миколаївський національний аграрний університет.

М.О. Троїцький – дослідник з агрохімії та ґрунтознавства, Агролабораторія ТОВ «НДЦ АФІНА ПАЛЛАДА».

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	4
Загальні положення організації самостійної роботи здобувачів	6
Форми самостійної роботи та контролю і перевірки завдань, які винесені на самостійне обов'язкове опрацювання	9
Модуль I. Теоретико-методичні положення нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення	11
Модуль II. Нормативно-правові та методичні засади експертної грошової оцінки земельних ділянок сільськогосподарського призначення	16
Питання для поточного контролю знань здобувачів вищої освіти	20
Питання для підсумкового контролю знань здобувачів вищої освіти	22
Список рекомендованої літератури	24

ВСТУП

Охорона і відновлення родючості ґрунтів є важливою дисципліною в контексті сталого сільського господарства та екологічної безпеки. Вона охоплює комплекс наукових, технічних та організаційних заходів, спрямованих на збереження та підвищення продуктивності ґрунтів, запобігання їх деградації та відновлення втрачених корисних властивостей. Ця дисципліна інтегрує знання з ґрунтознавства, агрохімії, екології та інших суміжних наук, щоб забезпечити раціональне використання земельних ресурсів та їх збереження для майбутніх поколінь.

Метою викладання є формування у студентів комплексної системи знань про ґрунт як важливий компонент екосистеми та основний засіб сільськогосподарського виробництва. Дисципліна охоплює питання деградації ґрунтів, методів їх охорони від ерозії, забруднення та виснаження, а також технологій відновлення родючості, зокрема, шляхом застосування органічних та мінеральних добрив, сидерації та інших агротехнічних прийомів. Важливим аспектом є вивчення нормативно-правової бази у сфері охорони ґрунтів та екологічного землеробства.

Охорона та відновлення родючості ґрунтів є ключовим **завданням** навчальної дисципліни, спрямованим на формування у студентів глибокого розуміння процесів деградації ґрунтів та методів їх запобігання. У рамках курсу розглядаються сучасні агротехнології, спрямовані на збереження та підвищення вмісту гумусу, оптимізацію структури ґрунту та забезпечення збалансованого живлення рослин. Особлива увага приділяється питанням моніторингу стану ґрунтів, розробці стратегій відновлення деградованих земель та екологічно безпечному використанню земельних ресурсів для забезпечення сталого розвитку сільського господарства.

В результаті вивчення дисципліни, фахівець у цій галузі повинен володіти глибокими знаннями про фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунтів, процеси їх деградації та методи відновлення. Важливо **знати** нормативно-правову базу щодо охорони ґрунтів, сучасні технології обробітку ґрунту, внесення добрив та меліорації, а також методи моніторингу та оцінки стану ґрунтів для забезпечення їх сталого використання та збереження для майбутніх поколінь.

По вивченні курсу студенти повинні **вміти** міти проводити аналіз ґрунту, розробляти стратегії управління родючістю, застосовувати сучасні технології для запобігання ерозії, засолення та забруднення ґрунтів, а також оцінювати ефективність вжитих заходів для забезпечення сталого землекористування.

Об'єктом вивчення виступають фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунтів, їх взаємодія з навколишнім середовищем, а також процеси деградації, що призводять до втрати родючості. Дослідження зосереджуються на розробці та впровадженні ефективних методів збереження та відновлення ґрунтового покриву, з метою забезпечення сталого сільськогосподарського виробництва та екологічної безпеки.

Обсяг дисципліни складає 90 годин або 3 кредити, в тому числі – 16 годин аудиторних і 74 – самостійна робота.

Практична робота №1.

ОЦІНКА СТУПЕНЮ АГРОФІЗИЧНОЇ ДЕГРАДАЦІЇ ОРНОГО ШАРУ ҐРУНТІВ.

Теоретичні пояснювання.

Оцінка ступеню агрофізичної деградації ґрунтів визначаються по двом критеріям:

- щільності складання ґрунту;
- структурний склад ґрунту.

Щільність складення ґрунту- маса абсолютно сухого ґрунту в одиниці об'єму непорушеної будови (г/см^3). Залежить від гранулометричного складу, природи мінералів, вмісту органічних речовин, структурного стану ґрунту тощо. Для більшості сільськогосподарських культур оптимальною щільністю є 1,2-1,3 г/см^3 .

Оптимальна щільність забезпечує оптимальні умови живлення, росту рослин, формування агрогідрологічних властивостей ґрунтів. Дані за визначенням щільності твердої фази ґрунтів використовують при визначенні гранулометричного складу ґрунтів, а також при розрахунку пористості (шпаруватості) ґрунту. Пористість (шпаруватість)- це сумарний обсяг всіх шпарин між частинками твердої фази ґрунту. Має вираз у відсотках до загального обсягу ґрунту.

Що стосується структурного аналізу ґрунту, то найбільше агрономічне значення мають частинки орного шару розміром 0,25 - 10 мм. За таких умов ґрунт найпухкіший, втрачає найменше вологи при випаровуванні, має високу водопроникність та водозатримну здатність, стійкий проти ерозії. Критеріями якості ґрунтової структури є вміст агрономічно цінних фракцій 0,25 мм-10 мм та коефіцієнт структурності – співвідношення вмісту агрономічно цінних фракцій 0,25 мм-10 мм до суми часток ґрунту менше 0,25 мм і більше 10 мм.

Критерієм ступеню агрофізичної деградації ґрунтів є зміни в структурному складі та в рівноважній щільності (%) (табл. 1.1) відносно оптимальних значень (табл 1.2).

Таблиця 1.1

Критерії ступеню агрофізичної деградації ґрунтів

Показники	Деградація відсутня	Деградація слабка	Деградація помірна	Деградація сильна	Деградація
Рівноважна щільність, зростання, %	<10	10-20	21-30	31-40	>40
Структурний склад (вміст повітряно-сухих агрегатів 0,25-10 мм в орному шарі), зменшення, %	<15	15-25	26-35	36-45	>45

Таблиця 1.2

Кількісна оцінка структурного стану ґрунту в орному шарі ґрунту

Оцінка	Коефіцієнт структурності
Добрий	>1.5
Задовільний	0,6-1,5
Поганий	<0.6

Таблиця 1.3

Оптимальні значення показників структури ґрунту та рівновісної щільності орного шару ґрунту

Ґрунт	Оптимальний вміст фракції ґрунту 0,25 мм - 10 мм, %	Оптимальна рівновісна щільність ґрунту, г/см ³
Чорнозем звичайний середньо- та важкосуглинковий	80	1,27
Чорнозем південний середньо- та важкосуглинковий	75	1,28
Темно-каштановий середньо- та важкосуглинковий	70	1,32

Порядок виконання практичної роботи.

1. Згідно вихідних даних розрахувати сумму фракцій 0,25 мм - 10 мм (А) та сумму фракцій менше 0,25 мм та більше 10 мм (В).

**Варіанти вхідних даних щодо оцінки ступеню агрофізичної
деградації орного шару ґрунтів**

№ варіанту	Назва ґрунту	Вміст фракцій, %								Щільніст ь ґрунту, г/см ³
		>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,25	<0,25	
1.	Чорнозем звичайний важкосуглинков ий	10	4	6	24	6	12	13	25	1,29
2	Чорнозем звичайний середньосуглинк овий	5	15	12	18	10	10	28	12	1,35
3	Чорнозем південний важкосуглинков ий	10	10	10	20	15	15	12	8	1,40
4	Чорнозем звичайний середньо суглинковий	10	15	15	10	18	12	13	7	1,29
5	Чорнозем звичайний важкосуглинков ий	30	5	10	2	8	10	10	25	1,52
6	Чорнозем південний середньо суглинковий	25	25	10	5	10	5	15	5	1,30
7	Чорнозем південний важкосуглинков ий	30	15	10	2	18	5	5	15	1,35

Практична робота №2

ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ НЕБЕЗПЕКИ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ ХІМІЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ.

До забруднювачів навколишнього природного середовища належать важкі метали, пестициди, окремі похідні вуглецю, сірки, азоту, фтору, різні вуглеводні, синтетичні органічні речовини, радіонукліди та інші шкідливі речовини.

Відповідно до діючого стандарту хімічні речовини, що надходять у ґрунт з викидами і відходами, поділяють на три класи за ступенем загрози (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

КЛАСИ ЗАБРУДНЮВАЧІВ ЗА СТУПЕНЕМ НЕБЕЗПЕКИ

Клас	Хімічна речовина
I. Дуже небезпечні	Миш'як, кадмій, ртуть, селен, свинець, фтор, бензопірен
II. Помірно небезпечні	Бор, кобальт, нікель, молібден, мідь, хром
III. Малонебезпечні	Барій, ванадій, вольфрам, марганець, стронцій, ацетофенол

Клас небезпеки хімічних речовин встановлюють за даними табл. 2.2

Таблиця 2.2

ПОКАЗНИКИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КЛАСУ НЕБЕЗПЕКИ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН

Показник	Норма для класу небезпеки		
	I	II	III
Токсичність, ЛД ₅₀	< 200	200-1000	> 1000
Персистентність в ґрунті, міс	> 12	6-12	< 6
МДК в ґрунті, мг/кг	< 0,2	0,2-0,5	> 0,5
Міграція	Мігрують	Слабо мігрують	Не мігрують

Персистентність в рослинах, міс	> 3	1-3	< 1
Вплив на харчову цінність сільськогосподарської продукції	Великий	Помірний	Відсутній

Джерела надходження важких металів поділяють на природні і техногенні. До природних джерел відносять: вивітрювання гірських порід і мінералів, ерозійні процеси, вулканічна діяльність. Техногенні джерела забруднення ґрунту важкими металами можуть бути розміщені в наступний ряд за масштабами забруднення і за питомим внеском: повітряні викиди підприємств чорної металургії (найбільше джерело забруднення), автотранспорт, рідкі і тверді побутові комунальні відходи (включаючи стічні води), пестициди, органічні та мінеральні добрива (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ, МГ/КГ СУХОЇ МАСИ (ЗА ДАНИМИ ЦИНАО, 1992 р.)

Елемент	Зрошувальні і стічні води	Фосфатні добрива	Ванникові матеріали	Азотні добрива	Органічні добрива	Пестициди
As	2–26	2–1200	0,1–24	2,2–120	3–25	22–60
Cd	2–1500	0,1–170	0,04–0,1	0,05–8,5	0,3–0,8	–
Co	2–260	1–12	0,4–3,0	5,4–12	0,3–24	–
Cr	20–40000	66–245	10–15	3,2–19	5,2–55	–
Cu	50–3300	1–300	2–125	1–15	2–60	15–50
F	2–740	8500–38 000	300	–	7	18–45
Hg	0,1–55	0,01–1,2	0,05	0,3–2,9	0,09–0,2	0,8–42
Mn	60–3900	40–2000	40–1200	–	30–550	–
Mo	1–40	0,1–60	0,1–15	1–7	0,05–3	–
Ni	16–5300	7–38	10–20	7–34	7,8–30	–
Pb	50–3000	7–225	20–1250	2–27	6,6–15	60
Se	2–9	0,5–25	0,08–0,1	–	2,4	–
Sn	40–700	3–19	0,5–4,0	1,4–16	3,8	–
Zn	700–49000	50–1450	10–450	1–42	15–250	1,3–25

Особливість профільного розподілу важких металів на природних і техногенних територіях — характерний регресивно-аккумулятивний тип розподілу, що проявляється в підвищеному нагромадженні металів в гумусному горизонті і різкому зниженні їх вмісту в нижніх.

На особливості перерозподілу важких металів у ґрунтовому профілі впливає комплекс ґрунтових факторів: гранулометричний склад, реакція

грунтового розчину, вміст органічної речовини, ємність поглинання катіонів, дренаж та інші.

Рівень вмісту металів, за якого починає проявлятися послаблення росту рослин та інші негативні прояви, може різнитись в декілька разів на піщаних і глинистих ґрунтах, окультурених і неокультурених. При цьому враховується не лише безпосередньо їх дія на живі організми, а й на екосистему загалом з врахуванням органічних зв'язків між її компонентами і можливих окремих наслідків надходження забруднюючих речовин в біосферу.

Характеризуючи загальний стан забруднення ґрунтів важкими металами, необхідно враховувати, що небезпечний його рівень, який перевищує МДК, виявлено в основному біля металургійних підприємств в радіусі до 10-12 км та уздовж автошляхів з достатньо інтенсивним рухом (в смузі шириною до 100 м). У цих районах і місцях сільськогосподарське використання ґрунтів повинно бути відповідно спеціалізованим, їх доцільно виключити із звичайних сівозмін.

Забруднення важкими металами з агропромислових джерел до рівнів, що наближаються до МДК, можливе тільки на землях, на яких засоби хімізації, наприклад, пестициди або стічні води, застосовували тривалий час без належного контролю. Внесення мінеральних добрив і традиційних органічних добрив у середніх дозах здатне підняти рівень вмісту важких металів в ґрунтах до діючих нині значень МДК лише за сотні років.

Найбільш вірогідними об'єктами, на яких можна очікувати підвищення рівня забруднення важкими металами і для яких необхідне обстеження, є: приміські зони великих промислових центрів (на відстані до 10 км); овочеві сівозміни з високим рівнем насичення добривами і пестицидами; поля з традиційним застосуванням стічних вод; території, на яких систематично застосовують пестициди (наприклад, препарати міді на виноградниках).

Шкалу оцінки небезпеки забруднення важкими металами за сумарним показником забруднення (Z_c) визначають за формулою:

$$Z_c = \sum K_c - (n - 1),$$

де n — кількість металів, що визначають;

$\sum K_c$ — арифметична сума коефіцієнтів концентрації окремих металів,

K_c визначається діленням фактичного вмісту металу в ґрунті (мг/кг) на фоновий вміст металу (дані можна взяти з довідникових джерел).

Коефіцієнт концентрації визначали за формулою: $K_c = C / ГДК$, де: C — реальний вміст визначеного хімічного елемента в ґрунті, мг / кг; $ГДК$ — гранично допустима концентрація забрудненої речовини, мг / кг.

При Zc менше 16 категорія забруднення приймається як допустима, при 16-32 — як помірно небезпечна, при 32-128 — як небезпечна, понад 128 — як надзвичайно небезпечна (табл. 2.4).

Таблиця 4.

**ПРИНЦИПОВА СХЕМА ОЦІНКИ ҐРУНТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО
ВИКОРИСТАННЯ ЗА СТУПЕНЕМ ЗАБРУДНЕННЯ ХІМІЧНИМИ
РЕЧОВИНАМИ (ЗА ДАНИМИ ЦИНАО, 1992 р.)**

Категорія Ґрунту за ступенем забруднення	Сумарний показник забруднення (Zc)	Забруднення відносно МДК	Можливе використання Ґрунту	Необхідні заходи
I. Допустима	< 16,0	Вміст хімічних речовин у Ґрунті перевищує фонове, але не вище МДК	Можна використовувати під всі культури	Зниження впливу джерел забруднення Ґрунтів. Виконання заходів щодо зниження доступності токсикантів для рослин
II. Помірно небезпечна	16,1-32,0	Вміст хімічних речовин в Ґрунті перевищує МДК при лімітуючому загальносанітарному і міграційному водному показнику шкідливості, не нижче МДК за транслокаційним показником	Можна використовувати під всі культури за умови контролю якості продукції рослинництва	Заходи аналогічні категорії I. Проводять контроль за вмістом цих речовин у поверхневих і підземних водах
III. Високо-небезпечна	32,1-128,0	Вміст хімічних речовин у Ґрунті перевищує МДК за лімітуючого транслокаційного показника шкідливості	Можна використовувати під технічні культури без одержання з них продуктів харчування та кормів, в яких можливе перевищення МДК	Заходи аналогічні категорії I. Контроль за вмістом токсикантів в рослинах. Обмежене використання зеленої маси на корм худобі, особливо рос-лин-накопичувачів
IV. Надзвичайно небезпечна	> 128	Вміст хімічних речовин у Ґрунті перевищує МДК за всіма показниками	Доцільно виключати з сільськогосподарського використання	Заходи щодо зниження рівня забруднення і зв'язування токсикантів у Ґрунті. Контроль за вмістом токсикантів у Ґрунті, атмосфері, воді

Хід роботи

За допомогою таблиць 5 та 6 визначити оцінку небезпеки забруднення важкими металами за сумарним показником забруднення, обчислюємо такі важкі метали Pb, Zn, Mn, Cu, Co, Cr, Ni.

Данні занести у відповідну таблцю.

Зона	Категорія Ґрунту за ступенем забруднен ня	Сумарний показник забруднення (Zс)	Забруднення відносно МДК	Можливе вико- ристання ґрунту	Необхідні заходи
Полісся					
Лісостеп					
Степ					
Предкарпаття					
Карпати:					
Гори					

Висновок

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3.

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОЛИВНИХ ВОД.

Теоретичні пояснювання

Поливна вода оцінюється з точки зору придатності для використання для зрошення з точки зору кількох критеріїв – *небезпеки засолення (1), на можливість розвитку процесів підлуження (2) осолонцювання (3), небезпеки токсичного впливу окремих іонів на сільськогосподарські культури (4).*

Під час оцінювання якості зрошувальної води виділяють три класи її придатності: I клас — придатна, II клас — обмежено придатна, III клас — непридатна. Зрошувальна вода I класу — придатна для зрошення без обмежень. Зрошувальну воду II класу використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів запобігання деградації ґрунтів або поліпшення води до показників I класу або для ґрунтів з особливими властивостями. Зрошувальна вода III класу — вода, показники якості якої виходять за межі значень, що встановлені для зрошувальних вод II класу, *непридатна* для зрошення без попереднього поліпшення її складу.

Критерій № 1. Оцінка загальної мінералізації (М) поливної води щодо небезпеки *вторинного засолення*

Мінералізація	Оцінка	Клас придатності
0,2 – 1,0 г/л	вода придатна для зрошення	I
1,0 – 3,0 г/л	вода небезпечна для зрошення з точки зору вторинного засолення ґрунтів	II
3,0 – 5,0 г/л	вода придатна тільки за винятком, може використовуватися на піщаних ґрунтах, при умові достатнього природного зрошування	

Критерій № 2. Оцінка якості поливної води за небезпекою підлуження

Показники якості води	Ґрунти з нейтральною реакцією ґрунтового розчину (чорнозем звичайний та південний), рН = 6,0 - 7,5	Ґрунти із слабо лужною та лужною реакцією ґрунтового розчину – (темно-каштанові, каштанові, солонці), рН > 7,5	Клас придатності
рН	< 8,0	< 7,6	I
Токсична лужність (HCO ₃ ⁻ —Ca ²⁺ мекв/л)	< 2,0	< 1,5	
рН	8,0-8,8	7,6-8,5	II
Токсична лужність (HCO ₃ ⁻ —Ca ²⁺ мекв/л)	2,0-5,0	1,5-4,5	

Критерій 3. Оцінка якості зрошуваної води з точки зору солестійкості сільськогосподарських культур

Показники якості води, мекв/л				Клас придатності
HCO ₃ ⁻	Токсична лужність (HCO ₃ ⁻ —Ca ²⁺)	Cl ⁻	Na ⁺	
< 3,5	< 2,0	< 3,0	< 3,0	I
3,5-8,0	2,0-5,0	3,0-15,0	3,0-9,0	II

Критерій 4.1. Оцінка якості зрошуваної води за небезпекою осолонцювання ґрунт

Оцінка небезпеки підлучення	Відношення катіонів натрію до суми всіх катіонів, %			Клас придатності
	Піщані ґрунти	Суглинкові ґрунти	Глинисті ґрунти	
Ґрунти з нейтральною реакцією ґрунтового розчину (чорнозем звичайний та південний), рН = 6,0 - 7,5	< 60	< 50	< 40	I
Ґрунти із слабо лужною та лужною реакцією ґрунтового розчину – (темно-каштанові, каштанові, солонці), рН > 7,5	< 50	< 40	< 30	
Ґрунти з нейтральною реакцією ґрунтового розчину (чорнозем звичайний та південний), рН = 6,0 - 7,5	60-80	50-70	40-60	II
Ґрунти із слабо лужною та лужною реакцією ґрунтового розчину –	50-70	40-60	30-50	

(темно-каштанові, каштанові, солонці), pH>7,5				
---	--	--	--	--

Критерій 4.2. Оцінка якості зрошуваної води за небезпекою осолонцювання ґрунту за критерієм SAR* (SAR = $(\text{Na}^+ / (\sqrt{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} / 2}))$)

Загальна мінералізація, г/л	Небезпека осолонцювання, SAR (клас придатності)			
	Низька (I)	Середня (II)	Висока (III)	Дуже висока (III)
<1	8-10	15-18	22-26	>26
1-2	6-8	12-15	18-22	>22
2-3	4-6	9-12	14-18	>18
>3	2-4	6-9	11-14	>14

***SAR – Sodium adsorption ratio**

Порядок виконання практичної роботи

Вибрати варіант з табл. 3.1 та заповнити таблицю

Показники	Одиниці вимірювання			Клас поливної води щодо. небезпеки засолення (критерій 1)	Токсична лужність (HCO_3^- — Ca^{2+} мекв/л)	Клас поливної води щодо. небезпеки підлуження (Критерій 2)	Клас поливної води щодо.небезпеки для с.-г.	Відношення катіонів натрію до суми всіх	Критерій 4.1. (небезпека осолонцювання)	SAR	Критерій 4.2. (небезпека осолонцювання)
	г/л	мг/л	мг.екв/л*								
HCO_3^-											
Cl^-											
SO_4^{2-}											
Ca^{2+}											
Mg^{2+}											
Na^+											
pH											
Загальна мінералізація**											
Критерії оцінки та клас придатності води											

*Перерахунок показників з мг/л в мг.екв/л здійснюється за допомогою еквівалентної маси іонів (е) $M_o [\text{мг.екв/л}] = M_o [\text{мг/л}] \times e$, де е – еквівалентна маса іону ($\text{HCO}_3^- = 0,016$; $\text{Cl}^- = 0,028$; $\text{SO}_4^{2-} = 0,021$; $\text{Ca}^{+2} = 0,050$; $\text{Mg}^{+2} = 0,082$; $\text{Na}^+ = 0,044$).

**Загальна мінералізація розраховується як сума аніонів та катіонів.

Таблиця 3.1. Дані хімічного аналізу поливних вод України

№ п/п	Джерело поливної води	Грунт	Іони (г/л)						pH
			HCO ₃ ⁻	Cl ⁻²	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	
1	Каховське водосховище	Чорнозем південний середньо суглинковий	0,180	0,048	0,106	0,040	0,026	0,052	8,8
2	оз. Сасик 1984	Чорнозем південний важко суглинковий	0,190	0,546	0,201	0,316	0,099	0,332	8,4
3	оз. Сасик 1990	Чорнозем південний важко суглинковий	0,181	0,545	0,320	0,568	0,098	0,380	8,5
4	оз. Сасик 1999	Чорнозем південний важко суглинковий	0,212	0,623	0,168	0,688	0,076	0,239	7,9
5	р. Інгулецька ЗС	Темно-каштановий середньо суглинковий	0,183	0,184	0,288	0,072	0,034	0,549	8,4
6	р. Дніпро (м. Херсон)	Темно-каштановий глинистий	0,126	0,023	0,160	0,028	0,007	0,274	7,1
7	р. Південний Буг (м. Миколаїв)	Чорнозем південний важко суглинковий	0,016	0,336	0,420	0,180	0,136	0,440	7,5
8	р. Інгул (м. Миколаїв)	Чорнозем південний важко суглинковий	0,313	0,477	1,487	0,199	0,115	1,963	8,9
9	р. Молочна (м. Мелітополь)	Темно-каштановий важко суглинковий	0,380	2,122	0,681	0,501	0,224	2,395	9,0
10	р. Салгир (м. Сімферополь)	Чорнозем південний середньо суглинковий	0,239	0,535	0,520	0,215	0,107	0,972	7,2
11	Води неогенових покладів міжріччя Дунай- Дністро	Чорнозем південний важко суглинковий	0,410	0,153	0,110	0,124	0,046	0,493	7,6
12	Води неогенових покладів лівий берег Дніпра	Чорнозем південний піщаний	0,190	0,060	0,045	0,040	0,025	0,050	7,0
13	Краснознам'янський канал (Дослідна станція рису)	Каштанові важко суглинкові	0,160	0,036	0,099	0,050	0,030	0,052	8,4

14	Каховська ЗС (СЗАТ “Асканія Нова”)	Солонці важко суглинкові	0,100	0,050	0,111	0,073	0,041	0,058	8,8
15	Краснознам’янський канал (ТОВ “Комсомольський”)	Каштанові важко суглинкові	0,180	0,048	0,106	0,040	0,026	0,052	8,8
16	Північно- Кримський СТОВ “Дніпровський”	Солонці важко суглинкові	0,450	4,329	2,946	0,907	1,00	2,60	8,8
17	Північно- Кримський ТОВ “Саки”	Чорнозем південний важко суглинковий	0,177	0,369	0,355	0,060	0,060	0,292	8,9

Лабораторна робота № 4

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 ґрунту
4. калькулятор

Класифікація засолених ґрунтів

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
	$\frac{\text{Cl}}{\text{SO}_4}$	$\frac{\text{HCO}_3}{\text{Cl}}$	$\frac{\text{HCO}_3}{\text{SO}_4}$	
Хлоридне і сульфатно-хлоридне	1–2,5 і вище	–	–	–
Хлоридно-сульфатне	$\leq 0,2$ –1,0	–	–	–
Сульфатне	<0,2–0,3	–	–	–
Содово-хлоридное	> 1	< 1	> 1	$\text{HCO}_3 > \text{Ca-Mg}$
Содово-сульфатне	< 1	> 1	< 1	$\text{Na} > \text{Mg}$
Хлоридно-содове	> 1	> 1	> 1	$\text{Na} > \text{Ca}$
Сульфатно-содовое	< 1	> 1	> 1	–
Сульфатно- або хлоридно-гідрокарбонатне	–	> 1	> 1	$\text{HCO}_3 > \text{Na}$

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 ґрунтів за ступенем засолення (за Базилевич, Панковою)

Ступінь засолення	Хімізм засолення, сума солей (щільний залишок), %					
	Хлорид-ний Cl: $\text{SO}_4 \geq 2,5$	Сульфатно-хлоридний Cl: $\text{SO}_4 = 5,2-1$	Хлоридно-сульфатний Cl: $\text{SO}_4 \leq 1-0,3$	Хлоридно-содовий, содово-хлоридний Cl: $\text{SO}_4 > 1$ $\text{HCO}_3 \approx \text{Cl}$	Сульфат-ний Cl: $\text{SO}_4 \leq 0,3$	Содово-сульфатний, сульфатно-содовий Cl: $\text{SO}_4 \leq 0,1$ $\text{HCO}_3 \approx \text{SO}_4$
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 токсичністю 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:

$$\text{SO}_4^{2-}{}_{\text{ток}} = (\text{Na}^+ + \text{Mg}^{2+}) - \text{Cl}^-,$$

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

грунту. $\text{SO}_4^{2-} = (7,86 + 1,65) - 5,38 = 4,13$ мг-екв.

ТОКС

Кількість токсичних іонів у витяжці така: Cl^- — 5,38; SO_4^{2-} — 4,13; Mg^{2+} — 1,65; 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:

$$Ca^{2+} = Cl^- - (Na^+ + Mg^{2+}).$$

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

$$\underset{\text{3 токс}}{\text{HCO}_3^-} = \underset{\text{— 3 заг}}{\text{HCO}_3^-} - \text{Ca}^{2+}.$$

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:

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

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 випадки рослин, яке супроводжується зниженням урожаю на 50—80%.

Про направленість сольового режиму ґрунтів (відбувається процес засолення чи розсолоння) 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 розсолоння (при наявності акумуляції гіпсу).

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 випадки рослин, зниження врожаю на 10–20%)
Середньозасолені	Середнє пригнічення (випадки рослин, зниження врожаю на 20–50%)
Сильнозасолені	Сильне пригнічення (випадки рослин, зниження врожаю на 50–80%)
Дуже сильнозасолені	Вживають 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:

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

3

4

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

Ступінь засолення	з " 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. изме- рения	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

Висновок

Практична робота 5

ВИЗНАЧЕННЯ НОРМ ХІМІЧНИХ МЕЛІОРАНТІВ ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ДЕГРАДАЦІЇ ЗРОШУВАЛЬНИХ ҐРУНТІВ

Дози меліорантів визначаються в кожному конкретному випадку, виходячи з хімічних і фізико – хімічних властивостей зрошуваних ґрунтів і іригаційних якостей зрошувальних вод. Вміст в чорноземах звичайних і типових обмінних Na^+ і K^+ вище 3 - 4 % від суми обмінних катіонів і токсичної лужності вище 0.7 - 0.8 мг- екв/100 г ґрунту вважається критичним і негативно позначається на агрономічних властивостях зрошуваних ґрунтів. В таких випадках необхідно застосовувати заходи з усунення солонцюватості й лужності. Це досягається шляхом внесення в ґрунт кальціємістких меліорантів (гіпс, фосфогіпс).

Розрахунок доз меліоранта для усунення солонцюватості ґрунтів проводять за формулою:

$$Г = 0,086 \cdot A \cdot H \cdot d \cdot K \quad (1)$$

де: Г – норма меліоранту, т/га;

0,086 – еквівалентна маса гіпсу;

A – вміст поглинутого натрію і калію, мг-екв/100 г ґрунту;

H – потужність шару ґрунту, який підлягає меліорації, см;

d – щільність ґрунту, г/см³;

K – коефіцієнт перерахунку фосфогіпсу на $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

(вміст $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в сирому фосфогіпсі - 80 %; $K = 100 : 80 = 1.25$).

Для погашення високої токсичної лужності (більше 0.7 – 0.8 мг- екв /100г ґрунту) розрахунок доз фосфогіпсу проводять за формулою:

$$Г = 0,086 \cdot (\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} - \text{Ca}^{2+}) \cdot H \cdot d \cdot K \quad (2)$$

де:

HCO_3^- , CO_3^{2-} , Ca^{2+} - вміст іонів у водній витяжці, мг-екв/100 г ґрунту. (Інші позначення ті ж самі, що і у формулі (1)).

Хімічні меліоранти краще вносити з поливною водою, при цьому покращується її якість і співвідношення катіонів, знижується лужність. Поливи такою водою попереджують процеси кіркоутворення і осолонцювання, покращують фізико- хімічні і агрофізичні властивості ґрунтів, зберігають їх родючість. Меліоранту, в такому випадку, потрібно менше в порівнянні з звичайним способом застосування, а ефективність його вища. Так, в польових дослідах на чорноземах звичайних і типових внесення меліорантів з поливною водою підвищувало врожайність сільськогосподарських культур (овочеві культури, кукурудза на силос) на 5 –13 % у порівнянні з внесенням їх безпосередньо в ґрунт.

Для внесення з поливною водою можна використовувати як добре розчинні (хлористий кальцій, залізний купорос), так і менш розчинні (гіпс, фосфогіпс та ін.) меліоранти.

Для усунення солонцюючої дії слабомінералізованих і мінералізованих лужних вод необхідно вносити хімічні меліоранти безпосередньо у воду, виходячи з хімічного складу зрошувальної води.

Для розрахунку норм меліорантів (гіпсу, фосфогіпсу і ін.) пропонується формула:

$$\Gamma = 0,086 \cdot (\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}) \cdot \text{Б} \cdot \text{К} \quad (3)$$

де: Γ – норма фосфогіпсу, кг/га в рік;

0,086 – еквівалентна маса гіпсу;

Na^+ , K^+ , HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} – вміст іонів в зрошувальній воді, мг-екв/л;

Б – зрошувальна норма води м³/га в рік;

К – коефіцієнт перерахунку фосфогіпсу на $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (1,25)

При внесенні фосфогіпсу в воду в дозах, розрахованих за формулою (3), рН води знижується з 8.0 – 8.5 до 7.2 – 7.5 і покращується співвідношення катіонів.

Усі розрахунки проводять на чистий гіпс. Щоб знайти норми інших меліорантів еквівалентних 1 т чистого гіпсу, використовують наступні коефіцієнти перерахунку:

гіпс - 1.00;

хлористий кальцій - 0.85;

вапняк - 0.58.

Якщо вода містить соду (вуглекислий натрій) і рН води вище 8.5, то внесенням фосфогіпсу не вдається знизити рН до оптимальних значень (7.0 – 7.5). Тоді, в доповнення до фосфогіпсу, у воду додають кислі меліоранти, наприклад, азотну або сірчану кислоту в дозах, еквівалентних вмісту у воді нормальної соди. Формула розрахунку норми кислоти (4):

$$\Gamma = \text{К} \cdot \text{CO}_3^{2-} \cdot \text{Б} \quad (4)$$

де: Γ – доза кислоти, кг/га в рік;

К – грамове значення 1 мг-екв меліоранта (для сірчакої кислоти К = 0.049; для азотної – 0.063);

Б – зрошувальна норма, м³/га;

CO_3 – вміст нормальної соди в мг-екв/л.

Полив водою, обробленою сірчаною кислотою та іншими кислими

меліорантами, підвищує урожайність сільськогосподарських культур (овочі, кукурудза) на 7-14% у порівнянні з поливом водою, не збагаченою меліорантом.

Окислення води здійснюється в спеціальних установках з дозуючим пристроєм. Для цього на насосних станціях обладнують станції окислення з автоматичним контролем за якістю води.

Завдання

1. Розрахувати дозу фосфогіпсу (хлористого кальцію і вапняку) для усунення солонцюватості ґрунтів.

2. Розрахувати дозу фосфогіпсу для погашення високої токсичної лужності ґрунтів.

3. Розрахувати норму меліоранту для усунення солонцюватої дії слабо-мінералізованих і мінералізованих лужних зрошувальних вод.

4. Розрахувати кількість азотної і сірчаної кислоти для усунення лужності і нормальної соди в зрошувальній воді.

Висновок

Практична робота 6. ПРОГНОЗ ЗМІНИ ЯКОСТІ ҐРУНТОВИХ ВОД

Час (t) досягнення стічними водами (які фільтруються з поверхні землі) рівня ґрунтових вод визначається за формулою (1) або (2) залежно від співвідношення коефіцієнта фільтрації порід зони аерації і приведеної витрати

$$q = Q / F,$$

$$\text{де } Q = W_{\phi} / T.$$

Порівнюючи за часом виживаність бактерій, можна приблизно оцінити, досягнуть чи не досягнуть мікроорганізми рівня ґрунтових вод, а отже, виникне або не виникне бактеріальне забруднення у водоносному горизонті під полем зрошування. Зміну концентрації забруднювальних речовин в ґрунтових водах розглянемо для одноразового і дворазового поливів. У випадку одноразового поливу розрахункова залежність для прогнозу зміни в часі концентрації забруднювальних речовин під полем зрошування має вигляд

$$c_j = (W_{\phi} c_{\phi} + W_0' c_{j-1} + W_0'' c_0) / (W_0 + W_{\phi}), \quad (3)$$

де c_j , – концентрація забруднювальних речовин в ґрунтових водах під полем зрошування в будь-який j -й рік після початку зрошування;

c_{j-1} – концентрація забруднювальних речовин в ґрунтових водах в попередньому році;

W_0 – загальний об'єм ґрунтових вод під полем зрошування:

$$W_0 = LShn;$$

W_0' – об'єм забруднених ґрунтових вод, що залишилися під полем зрошування після їх витіснення чистими водами в міжполивний період:

$$W_0' = Shn(L - x_m);$$

W_0'' – об'єм чистих ґрунтових вод, яким частково заміщається об'єм

Забруднених ґрунтових вод за міжполивний період:

$$W_0'' = Shn_m,$$

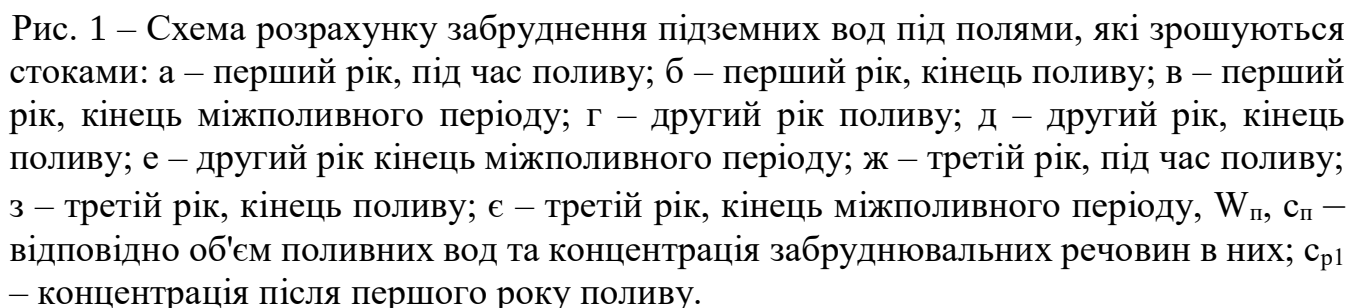
$$x_m = (v_e / m) t_m.$$

На рисунку точками позначена зона аерації, що залягає над водоносним горизонтом.

Концентрація забруднювальних речовин після поливного періоду в перший рік зрошування дорівнює:

$$c_1 = (W_{\phi} c_0 + W_{\phi} c_{\phi}) / (W_0 + W_{\phi}). \quad (4)$$

Особливість розрахунків за формулою (3) полягає в наступному. Концентрація забруднювальних речовин в ґрунтових водах на подальший рік визначається за концентрацією попереднього року. Отже для прогнозу концентрації забруднення на j -й рік після початку зрошування необхідно



зрошування. Наприклад, для визначення концентрації на десятий рік після початку зрошування треба знати концентрацію забруднювальних речовин в попередньому, тобто дев'ятому, році. Визначивши за формулою (4) концентрацію забруднення в перший рік зрошування, можна за формулою (3) послідовно оцінити концентрацію на другий, третій, четвертий і всі подальші роки, включаючи потрібний.

Розглянемо зміну концентрації забруднювальних речовин в ґрунтових водах під полем зрошування з урахуванням атмосферних опадів. Нехай мінімальна кількість річних опадів, що фільтруються, на площі поля зрошування

$$W_a = FH_{\min}\epsilon,$$

де $H_{\min}$ – мінімальна сума річних опадів, ϵ – коефіцієнт просочування. Концентрація забруднювальних речовин нітратів в атмосферних осіданнях становить c_a .

Вміст забруднювальних речовин в ґрунтових водах на будь-який j -й рік після початку зрошування визначається за формулою

$$c_j = (W_\phi c_\phi + W_0' c_{j-1} + W_0' c'_0 + W_a c_a) / (W_0 + W_\phi + W_a). \quad (5)$$

Після першого року зрошування концентрація забруднювальних речовин під полем зрошування становитиме:

$$c_1 = (W_\phi c_\phi + W_0 c_0 + W_a c_a) / (W_\phi + W_0 + W_a). \quad (6)$$

Розрахунок концентрації на n -й рік проводиться аналогічно викладеному вище.

Розрахунок за формулою (4) дає менше збільшення концентрації забруднювальних речовин в ґрунтових водах, ніж розрахунок за формулою (5), що обумовлено розбавленням ґрунтових вод атмосферними опадами, які фільтруються.

У разі дворазового зрошування в році концентрація забруднювальних речовин після першого поливу в перший рік зрошування дорівнює:

$$c_1' = (W_0 c_0 + W_{\phi 1} c_\phi) / (W_0 + W_{\phi 1}); \quad (7)$$

концентрація забруднювальних речовин в n -й рік після першого поливу цього року

$$c_1' = \frac{\sum v_e h t_m c_0^2 + S(L - v_e t_m / n) h n c_{j-1}' + W_{\phi 1} c_\phi}{W_0 + W_{\phi 1}}$$

концентрація забруднювальних речовин в j -й рік після другого поливу цього року

$$c_j' = \frac{S v_{et_m} c_0 + S \left(L - v_{et_m} / n \right) h n c_{j-1}' + W_{\phi 2} c_{\phi}}{W_0 + W_{\phi 2}}$$

Для визначення концентрації забруднювальних речовин в ґрунтових водах за який-небудь рік необхідно виконати послідовно, починаючи з першого року, розрахунки значень c_j' і c_j'' на кожен рік. Наприклад, якщо необхідно оцінити забруднення ґрунтових вод на п'ятий рік після початку зрошування стічними водами, то спочатку за формулою (8) треба визначити концентрацію забруднювальних речовин в перший рік після першого поливу, а потім а формулами (9) і (10) послідовно розрахувати значення

$$c_1'', c_2', c_2'', c_3', c_3'', c_4', c_5', c_5''.$$

Таким чином, концентрація забруднювальної речовини в ґрунтових водах на якийсь період розраховується по концентрації в попередній період.

Порівняння результатів розрахунків концентрації забруднювальних речовин в ґрунтових водах при одноразовому і дворазовому поливах показало, що вони розрізняються незначно. Тому, для наближених прогнозів можна прийняти, що полив стічними водами проводять один раз (у один період) з тривалістю, рівною сумарній тривалості всіх поливів, і об'ємом стічних вод, рівною сумарному об'єму зрошування окремих поливів.

Розтікання забруднених підземних вод від поля зрошування обумовлене в основному природним стоком підземних вод (за відсутності водозабірних свердловин). Забруднювальні речовини, що містяться в стічних водах, які подаються на зрошування, потрапляють перш за все в перший від поверхні водоносний горизонт (горизонт ґрунтових вод) і забруднюють його. Забруднені підземні води під полем зрошування розповсюджуються вниз за потоком. Вгору за потоком і в бічні сторони від поля зрошування їх розповсюдження обмежене.

Відстань x_0 , яку проходять забруднені води протягом кожного року (365 діб) вниз за потоком, можна визначити таким чином

$$x_0 \approx k i_e 365 / n. \quad (8)$$

Концентрація забруднювальних речовин c в ґрунтових водах на відрізку x_0 береться умовно рівною концентрації, розрахованій за формулою (6) або (7). По відомих значеннях x_0 та c будується стрічка току, що складається з послідовних відрізків (смуг) x_0 з наростаючою концентрацією в них забруднювальних речовин (рис. 2).

Довжина цієї стрічки на j -й рік після початку зрошування складе

$$x_j = x_0 j, \quad (9)$$

а ширина стрічки визначиться поперечними розмірами (уперек потоку) поля зрошування (в даному випадку шириною S).

Уклон i_e визначається по карті ізогіпс, яка будується на основі спостережень за рівнем ґрунтових вод, які проводяться за даними наглядових свердловин в районі ділянки зрошування.

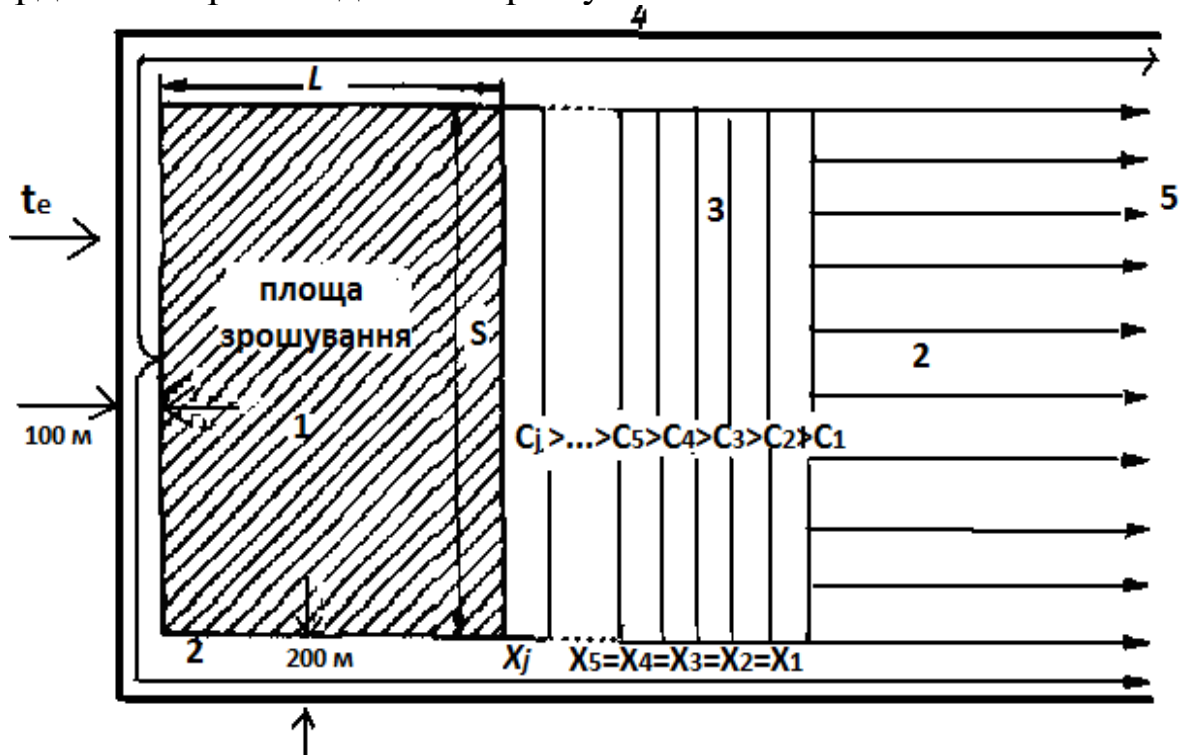


Рис. 2. – Схема площі зрошування і області розтікання забруднених підземних вод.

1 – площа (поле) зрошування; 2 – область розтікання забруднених підземних вод за напрямом потоку; 3 – стрічка забруднених підземних вод усередині області розтікання, що складається із смуг різної концентрації; 4 – санітарний контур, що обмежує область розтікання забруднених підземних вод; 5 – лінії течії всередині області розтікання.

Якщо відома відстань L від краю поля зрошування вниз за потоком

до річки (або іншої дренажної системи), в яку розвантажуються ґрунтові води, то можна оцінити через скільки років забруднювальна речовина досягне цієї річки:

$$t = L / x_0. \quad (10)$$

Дальність розповсюдження забруднювальних речовин вгору за потоком і в бічні сторони приблизно можна прийняти відповідно 100 та 200 м. Таким чином, область розповсюдження забруднювальних речовин від поля зрошування в природних умовах необмежено тягнеться вниз за потоком і обмежена умовним (санітарним) контуром збоку і вгору за потоком.

Завдання:

Визначити площа розтікання забруднених підземних вод господарства де проводиться технологічна практика здобувача.

Висновок

ПИТАННЯ ДЛЯ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Питання для поточного контролю знань

Колоквіум 1. Модуль 1

1. Визначення поняття «деградація ґрунтів».
2. Площі деградації ґрунтів в Україні і у Світі.
3. Агрофізична деградація.
4. Водна ерозія.
5. Вітрова ерозія.
6. Причини агрофізичної деградації.
7. Поширення переущільнення ґрунту.
8. Вплив ґрунтової структури на властивості ґрунтів.
9. Агрономічно цінна фракція.
10. Глибистість макроструктури.

Колоквіум 2. Модуль 2

1. Дегуміфікація. Причини та наслідки.
2. Засолення ґрунтів.
3. Осолонцювання ґрунтів.
4. Джерела солей в агроландшафтах.
5. Природні і антропогенні фактори засолення ґрунтів.
6. Солончаки. Заходи з рекультивації.
7. Фітомеліорація.
8. Поливні води як джерело засолення ґрунтів.
9. Причини осолонцювання.
10. Солонці як окремий тип ґрунтів.
11. Родючість еродованих ґрунтів.

ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДО ЕКЗАМЕНУ

1. Хімічні та агротехнічні засоби підвищення родючості солонцюватих ґрунтів.
2. Хімічне забруднення ґрунтів. Джерела хімічних забрудників.
3. Кислотні дощі.
4. Пестицидне забруднення.
5. Міграція забрудників.
6. Показники забруднення. ГДК.
7. Рекультівація забруднених ґрунтів.
8. Радіоактивне забруднення. Рівні забруднення. Міграція радіонуклідів.
9. Самоочищення ґрунту від радіонуклідів. Меліорація забруднених ґрунтів.
10. Втрата макро- та мікроелементів живлення. Засоби діагностики.
11. Підвищення родючості хімічно деградованих ґрунтів. Використання мінеральних та органічних добрив.
12. Роль гумусу в родючості ґрунтів. Причини дегуміфікації. Наслідки дегуміфікації.
13. Оцінка інтенсивності дегуміфікації.
14. Засоби підвищення і відновлення родючості ґрунтів, які підлягають дегуміфікації.
15. Поширення водної ерозії. Причини водної ерозії. Види водної ерозії. Поверхнева, струмкова та яружна ерозія. Фактори поверхневої та струмкової ерозії.
16. Оцінка величини ерозії. Допустимі норми ерозії.
17. Наслідки ерозії – еродовані ґрунти. Родючість еродованих ґрунтів.
18. Засоби охорони ґрунтів від водної ерозії (організація території, обробіток ґрунту, сівозміни, лісомеліоративні та гідротехнічні меліорації).
19. Відновлення родючості еродованих ґрунтів.

20. Поширення вітрової ерозії ґрунтів. Фактори вітрової ерозії.
21. Оцінка інтенсивності вітрової ерозії.
22. Небезпека вітрової ерозії і сучасна зміна клімату.
23. Засоби охорони ґрунтів від вітрової ерозії (організація території, обробіток ґрунту, сівозміни).
24. Лісомеліоративні заходи боротьби з вітровою ерозією. Види ґрунтозахисних лісосмуг.
25. Визначення поняття «деградація ґрунтів».
26. Площі деградації ґрунтів в Україні і у Світі.
27. Головні складові агрофізичної деградації – дегуміфікації, агрофізична деградація, водна ерозія, вітрова ерозія, засолення ґрунтів, осолонцювання ґрунтів, забруднення тощо.
28. Причини агрофізичної деградації.
29. Наслідки переущільнення ґрунту - трансформація поверхневого шару, утворення орної підшви, зміни в рості та розвитку рослин тощо.
30. Оцінка інтенсивності переущільнення ґрунту.
31. Поширення переущільнення ґрунту.
32. Засоби попередження переущільнення ґрунту мінімізація обробітку, раціональні сівозміни і фітомеліорація, хімічна меліорація тощо.
33. Вплив ґрунтової структури на властивості ґрунтів. Агрономічно цінна фракція. Глибистість макроструктури.
34. Вплив трансформації структури на процеси ерозії. Водостійкість структури.
35. Засоби покращення структурного стану ґрунту – фітомеліорація, поверхневі обробітки ґрунту.
36. Джерела солей в агроландшафтах.
37. Природні і антропогенні фактори засолення ґрунтів. Солончаки.
38. Поливні води як джерело засолення ґрунтів. Діагностика засолення ґрунтів. Розсолонення ґрунтів штучними заходами.
39. Причини осолонцювання. Солонці як окремий тип ґрунтів.
40. Діагностика осолонцювання.
41. Моніторинг ґрунтового покриву.
42. Біологічна та агрохімічна деградація.

43. Рекультивація порушених ґрунтів.
44. Охорона осушуваних ґрунтів.
45. Охорона зрошуваних ґрунтів.
46. Ґрунти як об'єкт охорони.
47. Раціональне використання схилових ґрунтів.
48. Система протидефляційних заходів.
49. Протиерозійний обробіток ґрунту.
50. Гідротехнічні протиерозійні заходи, їх види, призначення та особливості застосування.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Дегтярьов В. В., Крохін С. В., Дегтярьов Ю. В., Гавва Д. В. Охорона ґрунтів : навчальний посібник / за ред. В. В. Дегтярьова. Харків : Державний біотехнологічний університет, 2023. 276 с.
2. Ворошилова Л. В., Доценко В. В., Кацевич Н. В. Рекультивація і охорона земель. Практикум : навчальний посібник. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2022. 164 с.
3. Панас Р. М. Екологія ґрунтів : навчальний посібник. Львів : Новий Світ-2000, 2023. 481 с.
4. Оцінка земель : навчальний посібник / М. Г. Ступень, Р. Й. Гулько, І. Р. Залуцький та ін. ; за ред. М. Г. Ступеня. 2-ге вид. Львів : Новий Світ-2000, 2023. 312 с.
5. Панас, Р. М. Бонітування ґрунтів : навчальний посібник. Львів : Новий Світ-2000, 2022. 352 с.
6. Панас Р. М. Ґрунтознавство : навчальний посібник. Львів : Новий Світ-2000, 2023. 372 с.
7. Панас Р. М. Екологія ґрунтів : навчальний посібник. Львів : Новий Світ-2000, 2023. 481 с.

ДОПОМІЖНА ЛІТЕРАТУРА

1. Пліско І. В. Якість орних ґрунтів України. Харків : ФОП Бровін О. В., 2020. 372 с.
2. Трусковецький Р. С. Буферна здатність ґрунтів та їх основні функції. Харків : ППВ «Нове слово», 2003. 224 с.
3. Reports of the technical working groups established under the thematic strategy for soil protection volume— II erosion / Editors Lieve Van-Campnilde Bujarrabal Anna Rita Gentile, Robert J A Jones Luca Montanarella, Claudia Olazabal Senthil-Kumar Selvaradjou, 192 с.
<http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/vol2.pdf>.
4. Soil loss tolerance in the black soil region of Northeast China / X. Duan, Y. Xie, B. Liu, G. Liu, Y. Feng, X. Gao. *J. Geogr. Sci.*, 2012. № 22(4). Pp. 737-751.

5. Study on the method of soil productivity assessment in northeast black soil regions of China / X. Duan, Y. Xie, Y.J. Fen. *Scientia Agriculturae Sinica*, 2009. № 42(5). P. 1656-1664.
6. European Commission. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Thematic Strategy for Soil Protection. 2006. COM. 2006. P. 231. URL: <http://ec.europa.eu/environment/soil/>.
7. Gunnarsson O. Heavy Metals in Fertilizers - Do they Cause Environmental and Health problems? *Fertilizers and Agriculture*. 1983. 37-85. P. 27-42.
8. Mulengeraa M. K., Payton R. W. Modification of the productivity index model. *Soil and Tillage Research*, 1999. № 52. P. 11-19.
9. Natural Resources Conservation Service of United States Department of Agriculture. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Soil_quality
10. Pierce F. J., Larson W. E., Dowdy R. H. Soil loss tolerance: Maintenance of long-term soil productivity. *Journal of Soil and Water Conservation*. 1984. №39 (2). P. 136-138.

ЗАКОНОДАВЧІ АКТИ

1. ВНД 33-5.5-11-2002. Інструкція з проведення ґрунтово-сольової зйомки на зрошуваних землях України. Чинний від 2002-08-20. Вид. офіц. Київ : Державний комітет України по водному господарству, 2002. 34 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/2767/1/nd086%20zah.pdf>
2. ДСТУ 3866-99. Ґрунти. Класифікація ґрунтів за ступенем вторинної солонцюватості. Чинний від 2000-01-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 1999. 10 с. URL: https://laa.ucoz.ru/_ld/0/54_DSTU3866.pdf.
3. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. На заміну ГОСТ 28168-89 ; чинний від 2005-07-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2005. 9 с. URL: <https://environmentallab.com.ua/wp-content/uploads/2021/12/dstu-4287-2004-yakist-gruntu.-vidbirannya-prob.pdf>.
4. ДСТУ 4288:2004. Якість ґрунту. Паспорт ґрунтів. Чинний від 2005-07-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2005. URL: https://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page?id_doc=58883

5. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. Чинний від 2006-01-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2005. 33 с. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_4362_2004.pdf
6. Про державний контроль за використанням та охороною земель : закон України від 19 червня 2003 р. № 963-IV ; станом на 28 травня 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/963-15#Text>
7. Про затвердження Положення про моніторинг земель : постанова Кабінету Міністрів України від 20 серпня 1993 р. № 661 ; станом на 22 травня 2021 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/661-93-п#Text>
8. Про охорону земель : закон України від 19 липня 2003 р. № 962-IV ; станом на 18 травня 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15#Text>
9. СОУ 74.14-37-425:2006. Якість ґрунту. Методи відбору проб ґрунту для радіаційного контролю. Чинний від 2006-01-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2006. 15 с. URL: http://uiar.org.ua/support/2_RAD_SITUATION/SOU_ground.pdf

INTERNET ДЖЕРЕЛА

1. Грачов А. 3. Родючість ґрунтів України. *SuperAgronom.com*. 2023. 20 грудня. URL: <https://superagronom.com/karty/rodjuchist-gruntiv-ukrainy>
2. Губарева В. Боеприпаси та хімія: як війна шкодить ґрунтам і які є рішення? *Рубрика*. 2022. 4 липня. URL: <https://rubryka.com/article/war-day-126/>
3. Романова С. Якість ґрунтів України та їх придатність для сільгоспвиробництва - результати агрохімічного обстеження. *SuperAgronom.com*. 2023. 20 грудня. URL: <https://superagronom.com/articles/699-yakist-gruntiv-ukrayini-ta-yih-pridatnist-dlya-silgospvirobnitstva--rezultati-agrohimichnogo-obstejennya>

Навчальне видання

Охорона і відновлення родючості ґрунтів

Методичні рекомендації

Укладач: **Коляніді** Надія Олександрівна

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 1,68.

Тираж 50 прим. Зам. №_____

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.