

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агротехнологій

Кафедра ґрунтознавства та агрохімії

Оцінка якості 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 631.41-047.44
О-93

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

Укладачі:

Н.О. Колояніді – канд. с.-г. наук, старший 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
Практична робота №1	6
Практична робота №2	8
Практична робота №3	10
Практична робота №4	16
Практична робота №5	19
Практична робота №6	21
Практична робота №7	22
Практична робота №8	
Практична робота №9	25
Практична робота №10	27
Список рекомендованої літератури	29

ВСТУП

Ефективність і якість наукової роботи, результативність досліджень в агрономії визначається методичним рівнем планування і постановки польових і лабораторних експериментів та методами проведення статистичної обробки експериментальних даних.

Метою навчальної дисципліни “Методи і організація досліджень в агрономії” є сформулювати у здобувачів вищої освіти спеціальності 201 «Агрономія» освітнього ступеня «Магістр» кваліфікації фахівця - агроном-дослідник систему знань і навичок з методів і організації проведення досліджень у сфері землеробства, рослинництва, агрохімії, фізіології рослин.

Завдання курсу – освоїти і закріпити на лабораторних заняттях найважливіші розділи дисципліни, в тому числі :

- основні поняття і елементи методики польового досліджу;
- розміщення варіантів у польовому досліді;
- планування польового досліджу;
- техніка закладання та проведення польового досліджу;
- документація та звітність в науково-дослідній роботі;
- математична статистика, емпіричні та теоретичні розподіли;
- розрахунки статистичних характеристик;
- статистичні методи перевірки гіпотез;
- дисперсійний аналіз однофакторних та багатфакторних дослідів;
- кореляція, регресія, складання рівнянь регресії для лінійної та криволінійної залежностей.

У результаті вивчення дисципліни здобувач вищої освіти повинен **знати:**

- сутність загальнонаукових і спеціальних методів досліджень в агрономії;
- польовий дослід як основний метод в агрономії, принципи його планування та проведення;
- методику і техніку закладання польового досліджу;
- зміст спостережень у польовому досліді;
- особливості закладання та проведення інших спеціальних методів дослідження в агрономії;
- методику виконання статистичного аналізу експериментальних даних і використання його результатів для їх інтерпретації.

На підставі набутих знань здобувач вищої освіти повинен **уміти:**

- закласти польовий, вегетаційний чи лізиметричний дослід;
- відповідно до програми досліджень провести в них обліки і спостереження;

- здійснити статистичний аналіз експериментальних даних відповідно до обраного методу і дати оцінку якості проведеному дослідю;
- вести необхідну документацію дослідів та складати на її основі науковий звіт.

Об'єкт дослідження – процес або явище, яке породжує проблемну ситуацію і обране для дослідження.

Предмет дослідження – все те, що знаходиться в межах об'єкту дослідження у визначеному аспекті пізнання. Це досліджуванні з певною метою властивості, ставлення до об'єкту. Конкретне матеріальне явище, що приймається органами чуття.

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

Практична робота 1. ОЦІНИТИ ЯКІСТЬ ҐРУНТУ ЗА МОРФОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ РОДЮЧОСТІ.

Мета роботи: оцінка якості ґрунту на основі морфологічних показників родючості. В процесі дослідження буде проведено аналіз фізичних властивостей ґрунту, таких як структура, колір, щільність та пористість.

Глибина кореневмісного (гумусованого) шару

Глибина кореневмісного шару є надзвичайно важливим ґрунтово-агрономічним критерієм, який визначає придатність ґрунтів для ефективного вирощування сільськогосподарських культур. В умовах переважної більшості ґрунтів України поняття "кореневмісний шар" тісно пов'язане з "гумусовим" горизонтом, що дозволяє розглядати потужність гумусованої частини ґрунту як об'єктивний показник здатності кореневої системи рослин використовувати об'єм ґрунту для забезпечення надземної частини необхідною кількістю води та елементів живлення. Іншими словами, чим глибший гумусовий горизонт, тим більший об'єм ґрунту доступний для коренів, що позитивно впливає на живлення рослин та їх загальний розвиток (Медведєв, Плиско, 2006).

Також глибина кореневмісного (гумусованого) шару визначається рядом параметрів, що включають, але не обмежуються, типом ґрунту, кліматичними умовами регіону, рослинним покривом та інтенсивністю сільськогосподарського використання. Важливим є також врахування геологічної будови території, оскільки вона може впливати на дренажні властивості ґрунту та проникнення коренів. Крім того, слід аналізувати попередню історію обробітку ґрунту, адже тривале використання певних агротехнічних прийомів може призвести до зміни глибини гумусованого шару.

В.В. Медведєв та І.В. Плиско (2006) запропонували наступну оціночну шкалу глибини кореневмісного шару для ґрунтів України:

- > 65 см - найбільш сприятлива для використання у рільництві;
- 65-51 см – сприятлива для використання у рільництві;
- 50-36 см задовільна для використання у рільництві;
- 35-20 – несприятлива для використання у рільництві;
- <20 см – дуже несприятлива для використання у рільництві.

Таблиця 1.1.

Фізичні та хімічні властивості чорноземів південних фермерського господарства «Новоодеське» Миколаївської області

Назва ґрунту	Шар ґрунту, см	Вміст гумусу, %	Щільність, г/см ³	Пористість	Вміст поживних речовин, мг/на 1 кг ґрунту			НВ, %	ВЗ, %	рН
					N	P (за Мачигін	K (за Мачигін			
1. Чорноземи південні слабозмиті	0-20	3,9	1,25	61,60	20	25	350	25	13	7,0
	20-40	3,2	1,30	51,60				22	12	
	40-60	1,8	1,35	49,90				20	13	
	60-80	0,8	1,40	46,10				19	12	
	80-100	0,6	1,50	43,10				19	11	
2. Чорноземи південні середньозмиті	0-20	3,0	1,20	61,60	15	20	300	28	12	7,0
	20-40	2,1	1,23	51,60				20	12	
	40-60	1,5	1,30	49,90				20	13	
	60-80	0,5	1,45	46,10				17	11	
	80-100	0,2	1,50	43,10				17	10	
3. Чорноземи південні слабо солонцюваті	0-20	4,1	1,22	56,30	50	65	250	27	16	7,5
	20-40	3,3	1,32	53,20				26	15	
	40-60	1,7	1,38	50,90				22	13	
	60-80	0,9	1,42	47,60				17	11	
	80-100	0,8	1,55	46,10				19	11	

За допомогою таблиць з довідника, визначити глибину кореневмісного шару для ґрунтів господарства. Дати характеристику ґрунтам за всіма показниками (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Характеристика ґрунтів господарства

Назва ґрунту	Характеристика ґрунтів за показниками	Оціночна шкала
1. Чорноземи південні слабозмиті		
2. Чорноземи південні середньозмиті		
3. Чорноземи південні слабо солонцюваті		

Висновок

Практична робота 2.

РОЗРАХУНОК ДОПУСТИМИХ ЕРОЗІЙНИХ ВТРАТ ҐРУНТУ

Мета роботи: ознайомитися з сучасними методичними підходами до розрахунку допустимих ерозійних втрат ґрунту.

На даний час запропонований ряд підходів до оцінки допустимих ерозійних втрат ґрунту. За допустимі витрати ґрунту в результаті змиву частіше за все приймається рівень втрат, що відповідає швидкості ґрунтоутворення. Відсутність достатньо точних методів визначення швидкості культурного ґрунтоутворення призводить до того, що допустимі втрати зазвичай оцінюють за швидкістю природного ґрунтоутворення з введенням досить приблизних поправок на антропогенний фактор. В результаті значення допустимих втрат варіюють у досить широкому діапазоні навіть для одного й того ж ґрунту, а їх застосування не гарантує збереження земельних ресурсів.

Ерозія ґрунтів характеризується кумулятивним ефектом, тобто накопиченням несприятливого впливу на ґрунт, а також його втратами з року в рік від стоку талих та зливових вод, що в решті решт, може призвести до деградації агроландшафту. Тому важливо нормувати силу ерозійного впливу на агроландшафт.

Під допустимими ерозійними втратами ґрунту розуміється максимальна швидкість щорічних ерозійних втрат, котра дозволяє зберегти необмежено довго високий рівень родючості ґрунту.

Допустимий змив ґрунту dM (т/га за рік) розраховується за формулою:

$$dM = \frac{M_z + M_n}{2 \cdot S_n} \cdot \frac{Z_c}{Z_u} \cdot \frac{C_s}{C_\phi}, \quad (1)$$

де M_z – зональний середньобаторічний змив ґрунту з зябу, т/га;

M_n – середньобаторічний зливовий змив ґрунту з чистого пару, т/га;

S_n – параметр, що залежить від типу ґрунту;

Z_c, Z_u – відповідно запаси гумусу в ґрунті на еродованій ріллі та на цілині, т/га;

C_s/C_ϕ – співвідношення гумінових і фульвокислот в горизонті Н на ріллі.

Середньобаторічний зливовий змив ґрунту з чистого пару M_n

(т/га) визначається за рівнянням:

$$M_n = 5,9 \cdot i, \quad (2)$$

де i – максимальна 30-ти хвилинна інтенсивність зливових опадів 50%-ної забезпеченості, мм/хв.

Запаси гумусу знаходять за формулою:

$$Z = F \cdot d \cdot z, \quad (3)$$

де F – вміст гумусу, %;

d - щільність складення ґрунту, г/см³;

z - потужність гумусового горизонту, см.

Для чорноземних і сірих лісових ґрунтів Лісостепу рівняння регресії для розрахунку C_s/C_ϕ наступне:

$$C_s / C_\phi = 0,167 F_c + 0,34$$

$$r = 0,96 \pm 0,01, \quad (4)$$

де F_c – вміст гумусу на ріллі, %;

F_ϕ - вміст гумусу на цілині, %;

r - коефіцієнт кореляції і його похибка.

Для розрахунку допустимих ерозійних втрат ґрунту J_{dev} (мм/рік) запропонована наступна формула:

$$J_{dev} = \varepsilon \cdot H / 100 \cdot T \cdot K_n, \quad (5)$$

де H – потужність гумусового горизонту ґрунту, мм;

ε - точність її вимірювання, %;

$T=50$ років – час, протягом якого гарантується збереження наявної потужності гумусового горизонту;

$K_n=1,4$ – коефіцієнт надійності, котрий показує, що з ймовірністю 95% за 50 років середньобогаторічна інтенсивність змиву ґрунту не перевищить допустимого значення.

З а в д а н н я

1. Визначити допустимі втрати сірого лісового ґрунту в результаті ерозії від стоку талих і зливових вод на схилі південної експозиції.

Вихідні дані: ґрунти схилу – сірі лісові середньосуглинкові. Зона Лісостепу. $S_n=1,13$.

Незмиті ґрунти: $F_c=3,2\%$; $z_c=51$ см; $d=1,27$ г/см³.

Слабозмиті ґрунти: $F_c=2,3\%$; $z_c=42$ см; $d=1,36$ г/см³.

Середньозмиті ґрунти: $F_c=1,8\%$; $z_c=38$ см; $d=1,45$ г/см³.

Сильнозмиті ґрунти: $F_c=1\%$; $z_c=21$ см; $d=1,57$ г/см³.

Щільність складення ґрунту на цілині $d=1,1$ г/см³; $z_\phi=60$ см; $F_\phi=4,2\%$.

Середньобагаторічний змив ґрунту з зябу $M_z = 7,4$ т/га. $i = 0,49$ мм/хв.

2. Визначити допустимі ерозійні втрати ґрунту, виходячи з вихідних даних. *Вихідні дані:*

Ґрунти – чорноземи типові середньосуглинкові (Н=800 мм); темно-сірі лісові середньосуглинкові (Н=600 мм). $\varepsilon = 5\%$. Розрахунки представити у вигляді табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Допустимі ерозійні втрати ґрунтів

Ступінь змитості ґрунту	Втрати гумусового шару від еталону, %	Чорноземи типові середньосуглинкові		Темно-сірі лісові середньосуглинкові	
		Н, мм	Ідев, мм/рік	Н, мм	Ідев, мм/рік
Незмиті	0	800			
Слабозмиті	15	680			
Середньозмиті	25				
Сильнозмиті	50				
Дуже сильно змиті	75				

Порядок визначення потужності гумового горизонту в залежності від ступеня змитості ґрунту:

$$800 \cdot 0,15 = 120 \text{ мм (втрати)} \quad 800 - 120 = 680$$

Висновок

Практична робота 3.

ПРИКЛАД ОЦІНКИ ЯКОСТІ ҐРУНТУ ЗА МОРФОЛОГІЧНИМИ ОЗНАКАМИ, АГРОФІЗИЧНИМИ ТА ВОДНО-ФІЗИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Мета роботи: набуття навичок оцінки якості ґрунту на основі комплексного аналізу його морфологічних ознак, агрофізичних та водно-фізичних показників.

Дослідження включає візуальне визначення характеристик ґрунтового профілю, таких як колір, структура та наявність включень, а також лабораторне визначення важливих агрофізичних властивостей, зокрема гранулометричного складу, щільності та пористості. Оцінка водно-фізичних показників, таких як вологоємність та водопроникність, дозволяє встановити здатність ґрунту утримувати та пропускати воду, що є критичним для забезпечення оптимального водного режиму рослин. Результати проведеного аналізу дозволяють зробити висновки щодо загального стану ґрунту та його придатності для сільськогосподарського використання.

Оцінемо якість чорнозему південного слабкоеродованого за морфологічними, фізичними та водно-фізичними властивостями, дані про який наведено у таблиці 3.1.

Високий вміст фізичної глини (55-57 %) класифікує ці ґрунти як важкосуглинкові. Даний гранулометричний склад є сприятливим для культивування різноманітних польових культур в умовах Степу України, зокрема, озимої пшениці, ярого ячменю, кукурудзи та соняшнику, що підтверджується даними, представленими у таблицях 3.2 та 3.3.

Таблиця 3.1.

**Морфологічні, фізичні та водно-фізичні властивості чорнозему
південного важкосуглинкового слабкоеродованного (землі
Навчально-наукового виробничого центру МНАУ,
Миколаївський район Миколаївської області, N 46°53'41,7", E
031°40'37')'.**

Генетичні горизонти та їх потужність, см	Опис	Вміст <0,01 мм, %	Щільність складання, г/см ³	Загальна шпаруватість, %	Вміст агрегатів 0,25 -10 мм при «сухому» просіванні, %	Вміст водотривких агрегатів 0,25 -10 мм, %	Вологість в'янення, %	Найменша волоємність, %
Н 0-28	Гумусовий горизонт, темно-сірий, свіжий, легко-глинистий, грудкувато-зернистий, рихлий, є коріння рослин, перехід поступовий.	56,86	1,21	47,52	82,96	63,53	12,3	26,1
Нр 29-45	Верхній перехідний горизонт, темнувато-сірий з буруватим відтінком, свіжий, слабо ущільнений, грудкувато-зернистий, зустрічаються гумусові затьоки, перехід поступовий.	57,05	1,32	45,68	Не визн.	Не визн.	Не визн.	Не визн.
Phk 46-68	Нижній перехідний горизонт, палево-сірий з буруватим відтінком, грудкувато-призматичний, свіжий, зустрічаються гумусові затьоки, ущільнений, скипає від HCl, перехід нерівномірний.	56,12	1,38	44,58	Не визн.	Не визн.	Не визн.	Не визн.
Рк 69-120	Материнська порода – бурувато-палевий лес із включенням карбонатів у вигляді білозірки	55,06	1,51	41,70	Не визн.	Не визн.	Не визн.	Не визн.

Вміст фізичної глини (55-57 %) відносить ці ґрунти до важкосуглинкових.

Такий гранулометричний склад ґрунту є оптимальним для вирощування більшості польових культур Степу України – озимої пшениці, ярого ячменю, кукурудзи, соняшнику тощо. Як видно з опису розрізу потужність гумусового горизонту(Н+Н_р) складає 45 см, що згідно з приведеними вище критеріями є задовільною характеристикою для використання при вирощуванні сільськогосподарських культур. Згідно опису профілю видно, що ґрунт немає ніяких ознак оглеєння у профілі, що робить його, (згідно табл. 3.2) найбільш сприятливим з цих позицій для використання у рільництві.

Таблиця 3.2

Залежність урожайності сільськогосподарських культур від еродованості ґрунтів, % від урожайності на нееродованих ґрунтах (Справочник..., 1990)

Сільськогоспо- дарська культура	Степ			Лісостеп		
	слабо	середньо	сильно	слабо	середньо	сильно
Озима пшениця	90	74	62	86	63	44
Озиме жито	98	85	-	93	85	57
Яровий ячмінь	85	64	50	81	57	51
Овес	79	58	45	79	63	50
Горох	92	86	55	85	64	51
Кукурудза	82	60	44	77	49	27
Цукровий буряк	81	62	-	79	53	49
Соняшник	78	58	-	-	-	-
Еспарцет	89	85	83	-	84	77
Люцерна	92	84	78	-	83	79
Картопля	-	-	-	89	65	37
Конюшина	-	-	-	71	57	-

Таблиця 3.3.

Вплив гранулометричного складу на продуктивність ґрунтів при вирощуванні зернових культур (з урахуванням запасів поживних речовин, водного, повітряного та теплового режимів) за десятибальною шкалою (Качинський, 1958)

Зона	Ґрунти	Оцінка гранулометричного складу*						
		Глинисті	Важко суглинкові	Середньо суглинкові	Легкосуглинкові	Супіщані	Піщані мілко зернисті	Піщані крупно зернисті пухкі
Підзолиста	Підзолистоглеєві	4	6	8	10	8	5	3
	Підзолисті	5	6	8	10	7	5	3
	Дерново-підзолисті	6	7	10	8	6	4	2
Сіра лісова зона	Для всіх ґрунтів	8	10	9	7	6	4	2
Чорноземна	Чорноземи типові та звичайні	10	9	8	6	4	3	1
	Чорноземи південні	9	10	8	7	5	3	1
Каштанова	Темно-каштанові	8	10	9	7	6	3	1

*1-2 – дуже несприятливі умови, 2-4 – несприятливі умови, 5-6 – задовільні умови, 7-8 – сприятливі умови; 9-10 – дуже сприятливі умови

Таблиця 3.4.

Оптимальні параметри гранулометричного складу при вирощуванні окремих сільськогосподарських культур (ДСТУ 4362:2004)

Сільськогосподарська культура	Оптимальний гранулометричний склад
Озима пшениця	Важкосуглинковий, середньосуглинковий, легкосуглинковий
Озиме жито	Середньосуглинковий, легкосуглинковий
Ярий ячмінь	Важкосуглинковий, середньосуглинковий, легкосуглинковий
Овес	Важкосуглинковий, середньосуглинковий, легкосуглинковий
Кукурудза на зерно	Легкоглинистий, важкосуглинковий, середньосуглинковий
Цукровий буряк	Важкосуглинковий, середньосуглинковий, легкосуглинковий
Соняшник	Важкосуглинковий, середньосуглинковий
Картопля	Середньосуглинковий, легкосуглинковий, супіщаний
Льон довгунець	Середньосуглинковий, легкосуглинковий

Важкосуглинковим ґрунтам притаманні високі значення питомого опору (більш ніж $0,60 \text{ кг}\cdot\text{с}/\text{см}^2$), що вимагає застосування енерговитратних тракторів та витрат великих коштів на пальне та паливно-мастильні матеріали.

Щільність в гумусовому горизонті складає $1,21 \text{ г}/\text{см}^3$, що є оптимальним значенням, згідно приведеною вище групування і, в цілому, попадає у значення оптимального діапазону щодо щільності при вирощуванні основних сільськогосподарських культур (табл. 3.5).

Таблиця 3.5.

Оптимальні значення щільності для шару ґрунту 0-30 см (ДСТУ 4362:2004).

Сільськогосподарська культура	Щільність складання, г/см ³
Озима пшениця	1,10-1,35
Ярий ячмінь	1,05-1,35
Овес	1,10-1,45
Кукурудза на зерно	1,05-1,30
Цукровий буряк	1,00-1,30
Соняшник	1,10-1,35
Картопля	1,00-1,45

До кореневмісного шару ґрунту відноситься і верхній перехідний горизонт Нр, де щільність сягає 1,32 г/см³, що в цілому попадає в значення оптимального діапазону для вирощування більшості сільськогосподарських культур (але за винятком кукурудзи та цукрового буряку). Ґрунт в нижньому перехідному горизонті та у материнській породі відноситься до категорії «дуже щільного» і є вищим за оптимальні значення, але там не буде знаходитися основна маса коріння сільськогосподарських рослин (можливо, за виключенням соняшнику), які вирощуються на цих ґрунтах.

Таблиця 3.6.

Оцінка стану ґрунтової структури середньо- та важкосуглинкових ґрунтів.

Вміст агрегатів 0,25-10,0 мм, %		Оцінка структурного стану
повітряно-сухих	водотривких	
> 80	> 70	Відмінний
80-60	70-55	Добрий
60-40	55-40	Задовільний
40-20	40-20	Незадовільний
< 20	< 20	Поганий

Що стосується макроструктури гумусового шару ґрунту, то вона близька до оптимальної тому, що її кількісні параметри попадають, згідно з існуючими оцінками (табл. 3.5), у категорію «відмінна», щодо вмісту агрономічно цінних

агрегатів 0,25-10 мм та «добра» щодо вмісту водотривких агрегатів.

Діапазон активної вологи складає 13,8 %, що удвічі менше, за оптимальні значення (приблизно 30 %). А, отже, чорнозем південний слабоеродований важкосуглинковий не здатний довго забезпечувати сільськогосподарські рослини вологою, що особливо небезпечно в умовах поганого природного зволоження на цій території.

Висновок

Практична робота 4.

ПРИКЛАД ОЦІНКИ ЯКОСТІ ҐРУНТУ ЗА ФІЗИКО-ХІМІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Мета роботи: демонстрація процесу оцінки якості ґрунту на основі аналізу його фізико-хімічних властивостей.

У ході виконання роботи будуть розглянуті ключові показники, такі як гранулометричний склад, вміст органічної речовини, кислотність (рН), наявність основних поживних елементів (азоту, фосфору, калію) та інших важливих характеристик. Отримані дані дозволять зробити висновок про придатність ґрунту для вирощування певних сільськогосподарських культур та розробити рекомендації щодо його покращення, за необхідності.

Треба оцінити якість темно-каштанового важко суглинкового ґрунту за фізико-хімічними властивостями, використовуючи дані за двома розрізами, які наведені у таблиці 4.1

Таблиця 4.1

Фізико-хімічні характеристик темно-каштанових ґрунтів АТ «Радсад» Миколаївського району Миколаївської області

№ розрізу, координати		1. N 46° 51' 38,9" E 31° 56' 40,5"				2. N 46 °51' 36,5" E 31° 56' 37,0"			
Глибина відбору зразку, см		0-20	20-40	40-60	60-80	0-20	20-40	40-60	60-80
Обмінні катіони, мг- екв. на 100 г. ґрунту	Na ⁺	1,1	1,0	0,9	0,6	1,1	1,0	1,1	0,8
	Ca ⁺²	32,7	27,3	27,0	25,7	31,7	31,3	29,3	27,5
	Mg ⁺²	6,3	6,3	5,5	5,3	7,3	8,0	8,0	6,5
	сума	40,1	34,6	33,4	31,6	40,1	40,3	38,4	34,8
	%Na	2,7	2,9	2,7	1,9	2,7	2,5	2,9	2,3
	%Ca	81,5	78,9	80,8	81,3	79,1	77,7	76,3	79,0
Вміст карбонатів, %		3,24	2,16	3,24	5,94	0,54	1,08	6,48	11,89
Буферність ґрунтів		СБ	СБ	СБ	ВБ	НБ	НБ	ВБ	ВБ
Ступінь солонцюватості		НС	НС	НС	НС	СС	СС	НС	НС
Значення рН _{вод}		7,95	8,12	8,05	8,18	8,14	8,32	8,50	8,65
Оцінка рН _{вод}		СлЛ	СрЛ	СрЛ	СрЛ	СрЛ	СрЛ	СрЛ	СсЛ

Примітка: * НБ – Низькобуферні; СБ – Середньобуферні; ВБ – Високобуферні;

**НС- Несолонцюваті; СС – Слабкосолонцюваті.

*** СлЛ - Слабколужні; СрЛ – Середньолужні; СсЛ – Сильнолужні.

Величина ЄКО (ємність катіонного обміну) визначається у даному випадку сумою поглинених катіонів, яка дорівнює у верхньому гумусовому шарі ґрунту приблизно 40 мг.-екв. на 100 г. ґрунту, а в нижніх шарах – 34-38 мг.-екв. на 100 г ґрунту. Згідно з ДСТУ 4362:2004 (табл. 4.2), степові суглинкові ґрунти мають оптимальні величини ЄКО в діапазоні 30-40, а, отже, ґрунти, що розглядаються мають оптимальну ємність катіонного обміну.

Таблиця 4.2

Оптимальні значення ЄКО (ДСТУ: 4362: 2004)	
Ґрунти	ЄКО, мг на 100 г ґрунту
Дерново-підзолисті ґрунти супіщані та суглинкові	6-16
Чорноземів типові важкосуглинкові	40-44
Чорноземів типові середньосуглинкові	25-30
Чорноземи звичайні суглинкові	30-45
Чорноземи південні суглинкові	30-40

Стосовно складу катіонів, то розрахунки показують на досить вузький спектр величин, які характеризують вміст поглиненого натрію – 2,5-2,9 % від ЄКО. І лише у підґрунті (Рк) ця величина опускається до величин у 1,9-2,3 %. Слід зазначити, що вміст поглиненого кальцію у цих ґрунтах стабільно високий (78-82 % від ЄКО). Якщо мова йде про природне осолонцюванні, то згідно з цими критеріями у темно-каштанових ґрунтах, що аналізуються, не спостерігається процес осолонцювання. Але можливо, що наявний ввібраний натрій має антропогенне походження. Наприклад, ці ґрунти колись зрошувалися мінералізованими водами. Тоді оцінка вторинного (антропогенного) осолонцювання важкосуглинкових темно-каштанових ґрунтів буде залежати, згідно ДСТУ 3866-99 (табл. 4.3), лише від буферності ґрунту, яка, в свою чергу, є функцією від умісту карбонатів.

Таблиця 4.3.

Класифікація ґрунтів за ступенем вторинної солонцюватості

(% Na⁺ від суми катіонів) (ДСТУ 3866-99).

Ступінь вторинної солонцюватості	Буферність ґрунтів щодо солонцеватості		
	Низько буферні (вміст CaCO ₃ менше 2%)	Середньо буферні (вміст CaCO ₃ 2-5 %)	Високо буферні (вміст CaCO ₃ більше 5 %)
Важкосуглинкові та легкоглинисті			
Не солонцюваті	< 1	< 3	< 5
Слабко солонцюваті	1-3	3-6	5-10
Середньо солонцюваті	3-6	6-10	10-15
Сильносолонцюваті	> 6	> 10	> 15
Легкі та середні суглинки			
Не солонцюваті	< 3	< 5	< 5
Слабко солонцюваті	3-6	5-10	5-10
Середньо солонцюваті	6-10	10-15	10-15
Сильносолонцюваті	> 10	> 15	> 15

Аналіз вмісту карбонатів у ґрунті показує, що вони змінюється в діапазоні 0,5-11,9 % і залежить, насамперед, від глибини відбору зразку. У підґрунті досить високі значення вмісту карбонатів, а значить і високі показники буферності. У верхніх шарах ґрунту кількість CaCO₃ < 3,3 %, а тому і буферність ґрунту визначається або низькою, або середньою. Виходячи з цих обмежень ґрунти першого розрізу не солонцюваті, у ґрунтах другого розрізу в шарі ґрунту 0-20 см и 20-40 см спостерігається слабка солонцюватість.

Що стосується значень рН ґрунтового розчину, то, згідно з групуванням (табл. 4.5), ґрунти, що аналізуються відносяться до середньолужних. Виключенням є лише верхній шар першого розрізу, де спостерігається слабколужна реакція, та шар ґрунту 60-80 см у другому розрізі, де ґрунтовий розчин має сильнолужну реакцію (рН=8,65).

Таблиця 4.5.

Групування ґрунтів за ступенем кислотності та лужності (ДСТУ 4362:2004; Інструкція..., 2002)

Ґрунти за ступенем кислотності та лужності			Вміст у водній витяжці, мг-екв.	
	pH _{сол}	pH _{вод}	HCO ⁻	HCO ₃ -Ca
Дуже сильно кислі	< 4,1	<4,5		
Сильно кислі	4,1-4,5	4,6-5,0		
Середньо кислі	4,6-5,0	5,1-5,5		
Слабо кислі	5,1-5,5	5,6-6,0		
Близькі до нейтральних	5,6-6,0	6,1-7,0		
Нейтральні	6,1-7,0	7,1-7,5		
Слабо лужні	7,1-7,5	7,6-8,0		
Середньо лужні	7,6-8,0	8,1-8,5	<0,3	0,5-1,0
Сильно лужні	8,1-8,5	8,6-9,0	0,3-0,9	1,0-2,0
Дуже сильно лужні	> 8,6	>9,1	>0,9	>2,0

Приведені дані показують на те, що реакція ґрунтового розчину темно-каштанових важко суглинкових ґрунтів у всіх випадках виходить за межі оптимальних значень для всіх сільськогосподарських культур. А тому при використанні цих ґрунтів у рільництві ймовірно зниження урожайності з причин лужної реакції ґрунтового розчину.

Висновок

Практична робота 5.

ОЦІНКА СТУПЕНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ХІМІЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ

Мета роботи: оцінка ступеня забруднення ґрунтів хімічними речовинами.

В ході дослідження буде проведено аналіз зразків ґрунту для визначення концентрації певних хімічних елементів та сполук, що дозволить встановити рівень їхнього впливу на екологічний стан ґрунтового покриву. Отримані результати стануть основою для розробки заходів щодо мінімізації негативного впливу забруднювачів та відновлення якості ґрунтів.

Класифікація мінеральних добрив за показниками впливу на агроєкосистему дозволяє провести їх агроєкологічну оцінку, визначити можливі негативні впливи і своєчасно ввести обмеження на використання у сільськогосподарському виробництві добрив, які не відповідають певним екологічним нормативам.

Класифікація базується на структурі показників, які враховують вплив мінеральних добрив на екотоксикологічний, агрохімічний та гідрохімічний стан агроєкосистеми. У межах визначених показників за рівнем впливу на стан агроєкосистеми проводиться поділ мінеральних добрив на 4 класи небезпечності (згідно з рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я щодо поділу хімічних речовин):

- I клас - особливо-небезпечні;
- II клас - небезпечні;
- III клас - помірно-небезпечні;
- IV клас - малонебезпечні.

Діапазон показників у межах класів небезпечності визначають згідно з нормативами, кількісні параметри яких встановлюють за результатами експериментальних досліджень, а також шляхом адаптації існуючих нормативів щодо оцінки екологічного стану екосистем і екотоксикологічної оцінки екзогенних хімічних речовин (табл. 1).

Таблиця 5.1

Класифікація мінеральних добрив за показниками впливу на ґрунтову систему

Критерій	Клас небезпечності			
	I особливо небезпечні	II небезпечні	III помірно небезпечні	IV малонебезпечні
Перевищення фонового вмісту (елементи I-II класу небезпечності), кратність	> 6	5-6	3-4	< 2
Перевищення ГДК (елементи I-II класу небезпечності, рухомі форми), кратність	> 10,0	2,1-10,0	1,1-2,0	< 1,0
Час досягнення критичної концентрації - Тк. роки	< 10	10-30	31-100	> 100
Зміна кислотно-основних показників ґрунту; • рН h_2O підвищення кислотності на одиниці рН • підвищення лужності на одиниці рН • рН KCl (од. рН) підвищення на • гідролітична кислотність підвищення на мг-екв/100 г ґрунту	>2,5 >1,3 >1,5 >4,0	 2,5-1,0 1,3-0,8 1,5-1,0 4,0-2,0	 0,9-0,5 0,7-0,3 0,9-0,5 1,9-1,0	 <0,5 <0,3 <0,5 <1,0
Активність радіальної міграції: • $K_{сч}$ кратність • швидкість, см /місяці	 >5,0 >50	 3,0-5,0 50-21	 1,1-2,9 20-10	 <1,0 < 10
Вплив на біологічну активність ґрунту: • зниження чисельності/активності, % • час відновлення, місяці	 51-100 > 6	 26-50 3-6	 10-25 1-2	 <10 <1

Відмінності за рівнем забруднення між пестицидами і мінеральними

добривами:

1. Кількість хімічних сполук, що надходять з добривами на 1 га у десятки разів вища, ніж та, яка надходить з пестицидами;

2. Контроль за пестицидами проводиться за діючою речовиною та метаболітами, а контроль за мінеральними добривами за вмістом супутніх елементів (добрива, які виготовляються з відходів промисловості та агро руд і мають високі концентрації балатних елементів).

3. Кількість діючої речовини пестицидів, що є токсичною і підлягає контролю у природному середовищі через деструкцію (руйнування) зменшується, а кількість токсичних речовин, що надходять у агроєкосистему з мінеральними добривами (важкі метали, радіонукліди) із часом збільшується і нагромаджується, якщо не в ґрунті, то у суміжних середовищах. Рівень впливу мінеральних добрив на величину вертикальної міграції хімічних речовин встановлюється за величиною коефіцієнту концентрації (K_c), який характеризує ступінь накопичення елементів (речовин) у компоненті системи щодо обраного еталону.

За коефіцієнтом концентрації (K_c) пропонується така градація:

$K_c < 1,0$ - малонебезпечний;

$K_c 1,1-2,9$ - помірно-небезпечний;

$K_c 3,0-5,0$ - небезпечний;

$K_c > 5,0$ - особливо небезпечний рівень міграції.

Відповідно до цього, проводиться поділ мінеральних добрив за класами небезпечності. Поряд із показником активності радіальної міграції рекомендується використовувати такий показник як швидкість міграції у ґрунтовому профілі хімічних речовин при застосуванні мінеральних добрив, що вимірюється глибиною проникнення (см) за певний проміжок часу (рекомендується 3 місяці). За класичними підходами вимагається вивчення міграційних процесів проводити на ґрунтах, що мають максимальну фільтруючу і мінімальну сорбційну та вбирну здатності. Такими для умов України є дерново-підзолисті ґрунти легкого гранулометричного складу.

Поділ мінеральних добрив на класи небезпечності за впливом на міграцію хімічних речовин представлено у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

**Класифікація мінеральних добрив за впливом на міграцію у
грунтовому профілі хімічних речовин**

Клас	К _с (умовні одиниці)	Швидкість міграції, см
Особливо-небезпечні	> 5,0	> 50
Небезпечні	3,0– 5,0	50-21
Помірно-небезпечні	1,1– 2,9	20-10
Малонебезпечні	< 1,0	< 10

Забруднення ґрунтів важкими металами (ВМ) є одним з видів антропогенної деградації ґрунтів. Серед ВМ найнебезпечнішим і ймовірним забруднювачем навколишнього середовища є кадмій (Cd).

Використовуючи дані таблиці 3, можна визначити винос кадмію з урожаєм кожної сільськогосподарської культури (В_п) і в сумі за ротацію сівозмін (В) за формулами:

$$B_n = 1000 \cdot (Y_o \cdot C_o \cdot S_o + Y_n \cdot C_n \cdot S_n) \quad (2)$$

$$B = B_1 + B_2 \dots B_n \quad (3)$$

де 1000 – перевідний коефіцієнт з т/га в кг/га;

Y_o і Y_n - врожайність основної та побічної продукції, т/га;

C_o і C_n - коефіцієнти перерахунку основної та побічної продукції на суху речовину, частки одиниці;

S_o і S_n - вміст кадмію в основній та побічної продукції, мг/кг;

B₁ - винос кадмію з урожаєм першої культури сівозміни.

Розрахувати надходження кадмію в ґрунт при внесенні добрив під кожен сільськогосподарську культуру (П_п) і в сумі за ротацію сівозміни (П):

$$P_n = N_n K_n + P_n K_p + K_n K_k + O_n K_o \quad (4)$$

де N_n, P_n, K_n, O_n - відповідно: дози азотних, фосфорних, калійних і органічних добрив, внесених під сільськогосподарську культуру, кг/га;

K_n , K_p , K_k , K_o - відповідно: вміст кадмію в азотних добривах 0,2мг/кг, фосфорних - 1,4мг/кг, калійних - 0,3 мг/кг і органічних добривах - 0,55 мг/кг (Овчаренко, 1997).

Розрахувати баланс кадмію під кожною сільськогосподарською культурою (B_n) і в цілому за ротацію сівозміни (B):

$$B_n = \Pi_n - B_n \quad (5)$$

$$B = \Pi - B \quad (6)$$

Таблиця 5.3

Дані для розрахунку виносу кадмію з урожаєм сільськогосподарських культур

№	Сільсько-господарська культура	Основна продукція			Побічна продукція		
		Урожайність (Y_o), т/га	Коефіцієнт перерахунку (C_o)	Вміст Cd, мг/кг сух.р.	Урожайність (Y_o), т/га	Коефіцієнт перерахунку (C_o)	Вміст Cd, мг/кг сух.р.
1.	Ячмінь	4,0	0,86	0,06	4,8	0,84	0,15
2.	Кукурудза на силос	30,0	0,18	0,15	-	-	-
3.	Горох	2,5	0,86	0,10	3,8	0,84	0,21
4.	Пшениця озима	3,5	0,86	0,08	5,3	0,84	0,18
5.	Буряк цукровий	40,0	0,25	0,28	40,0	0,18	1,13

Таблиця 4

Дози мінеральних та органічних добрив

№	Дози мінеральних добрив, кг/га д.р.		Органічне добриво,
---	-------------------------------------	--	--------------------

	Сільськогосподарська культура	Азотні (N)	Фосфорні (P)	Калійні (K)	т/га (O)
1.	Ячмінь	60	60	60	-
2.	Кукурудза на силос	80	80	80	-
3.	Горох	-	50	50	-
4.	Пшениця озима	90	70	70	-
5.	Буряк цукровий	90	90	90	40

При забрудненні ґрунту кількома ВМ ступінь забруднення оцінюється за величиною сумарного показника забруднення.

Розраховуємо сумарний показник забруднення ґрунту (Z_c) за формулою:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1) \quad (7)$$

де: K_c – коефіцієнт концентрації i -того хімічного елемента у пробі ґрунту;

n – кількість врахованих хімічних елементів.

Коефіцієнт концентрації визначали за формулою:

$$K_c = C / \text{ГДК} \quad (8)$$

де: C – реальний вміст визначеного хімічного елемента в ґрунті, мг/кг;

ГДК – гранично допустима концентрація хімічного елемента в ґрунті, мг/кг.

Швидкість накопичення ВМ в орному горизонті ґрунту:

$$V = \frac{C_z - C_{\phi}}{t} \quad (9)$$

де V - швидкість накопичення ВМ, мг/кг на рік;

C_{ϕ} - фоновий вміст ВМ в ґрунті, мг/кг;

C_z - вміст ВМ у забрудненому ґрунті, мг/кг;

t – період часу, протягом якого відбувалося забруднення ґрунту (прийняти рівним 30 рокам).

Час, через скільки років (при постійній швидкості накопичення ВМ у ґрунті) вміст ВМ у ґрунті досягне рівня ОДК :

$$T = \frac{\text{ОДК} - C_z}{V} \quad (10)$$

V

де $C_{\text{ОДК}}$ - орієнтовно допустима концентрація (ОДК) ВМ у ґрунті, мг/кг, (табл.5);

T - час досягнення ОДК ВМ у ґрунті.

Таблиця 5.5

Орієнтовно допустима концентрація ВМ у ґрунті, мг/кг

Показник	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Cr
ОДК	2,00	130	220	132	80	-	100

Завдання:

1. Розрахувати баланс кадмію під кожною сільськогосподарською культурою і в цілому за ротацію сівозміни.
2. Розрахувати сумарний показник забруднення ґрунту.
3. Розрахувати час досягнення ОДК ВМ у ґрунті.

Висновок:

Практична робота №6

ПРОГНОЗ ВМІСТУ РАДІОНУКЛІДІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ПРОДУКЦІЇ

Мета роботи: Ознайомитися та засвоїти методику прогнозування радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції.

Рослини є важливою ланкою більшості біологічних ланцюгів, за якими мігрують радіонукліди в природі, та початковою ланкою харчових ланцюгів, які визначають надходження радіоактивних елементів в організм тварин та людей. Із багатьох радіоактивних елементів найбільшу біологічну небезпеку представляють довго живучі радіоізотопи цезію та стронцію, які мають період напіврозпаду біля 30 років і активно включаються в процеси біологічної міграції. Інші радіонукліди, що були викинуті із зруйнованого реактора, мають короткий період напіврозпаду (декілька діб, місяців) або практично не беруть участі в процесах мінералізованого обміну біологічних об'єктів. Період напіврозпаду радіоізотопів плутонія складає від 20 до 30 тисяч років, але вони практично не засвоюються в ґрунті і рослинах, і не є небезпечними для людини лише у випадку потрапляння в легені з пилом. Надходження цезію та стронцію в організм з продуктами харчування відбувається в результаті переходу Sr-90, Cs-137 з ґрунту в рослини, а потім в продукцію рослинництва і тваринництва.

Цезій-137 є аналогом калію, тому подібно до цього елемента бере участь в усіх в реакціях обміну в рослинах, організмах тварин та рослин, біологічно дуже рухомий і порівняно з іншими радіонуклідами швидко виводиться з організмів тварин та людини.

Стронцій-90 – хімічний аналог кальцію, для нього характерно високе засвоєння рослинами та тваринами, він повільно виводиться з організму та накопичується в кісткових тканинах.

Рівень забруднення сільськогосподарської продукції прямо пропорційний щільності забруднення ґрунтів. Щільність забруднення ґрунту вимірюється кількістю розпадів радіоактивних атомів, які проходять за одиницю часу на площі поверхні ґрунту.

При розробці структури посівних площ можна попередньо розрахувати очікуваний вміст Sr-90 і Cs-137 в майбутньому врожаї.

Існують прогнозні моделі за допомогою яких можна встановити рівень забруднення Cs-137 сільськогосподарських культур. Номограми визначення вмісту Cs-137 в об'єктах див. рис. 11.1, 11.2, 11.3.

Розглянемо розрахунок прогнозу вмісту радіонуклідів в сільськогосподарській продукції з використанням коефіцієнта переходу (Кп). В основі цього методу прогнозу закладено фактичні результати польових

досліджень рівня забруднення ґрунту та рослин, котрі росли на ньому. Застосування цього методу прогнозу раціональне, так як коефіцієнт пропорційності можна попередньо визначити для різних сільськогосподарських культур. Коефіцієнт переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини залежить від типу та кислотності ґрунтів, вмісту в них гумусу, обмінного кальцію та калію. Коефіцієнти переходу із всіх типів ґрунту в рослинну продукцію для Sr-90 вище, ніж для Cs-137. Sr-90 в 2-6 разів інтенсивніше поглинається бобовими культурами, ніж злаковими. Вміст Cs-137, як правило, також вище в зернобобових культурах порівняно зі злаковими.

Прогнозний вміст радіонуклідів у врожаї сільськогосподарських культур (С) можна розрахувати за формулою:

$$C = K_{\pi} \times D, \text{ Бк/кг},$$

де K_{π} – коефіцієнт переходу радіонуклідів з ґрунту в рослину;

Д – щільність забруднення ґрунту (Бк/м²).

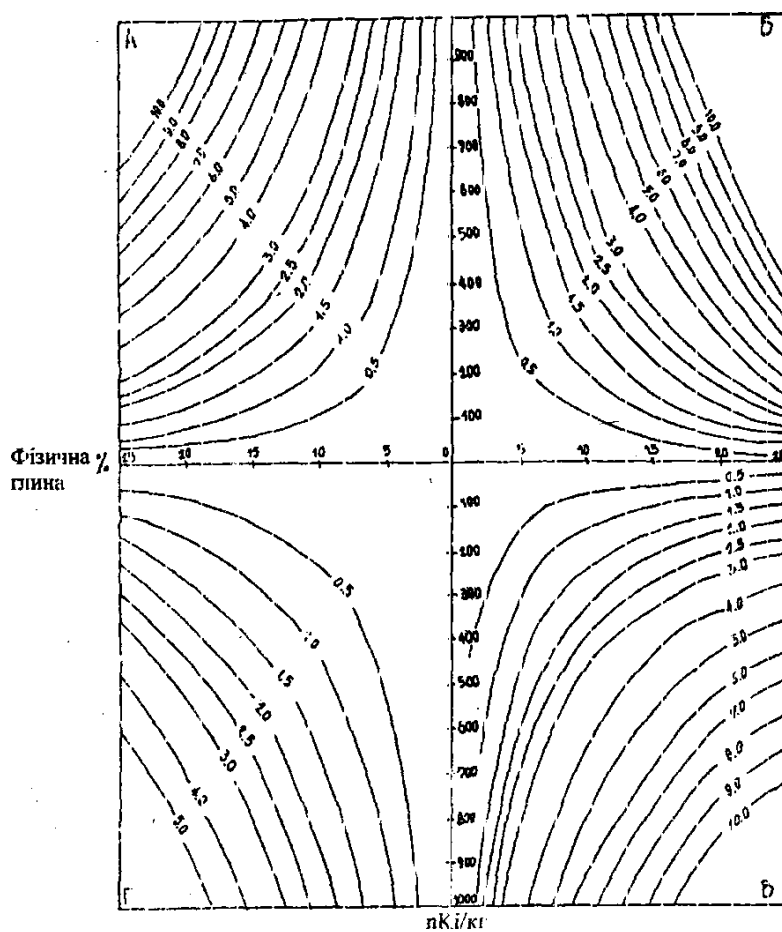


Рис. 1. Номограма визначення вмісту Cs-137 (нКи/кг) у сільськогосподарських культурах в дерново-підзолистих ґрунтах різного гранулометричного складу (вміст фізичної глини, %) при різній щільності

забруднення (пКі/км²) А - картопля; Б - жито; В - кукурудза на зелену масу; Г - льон.

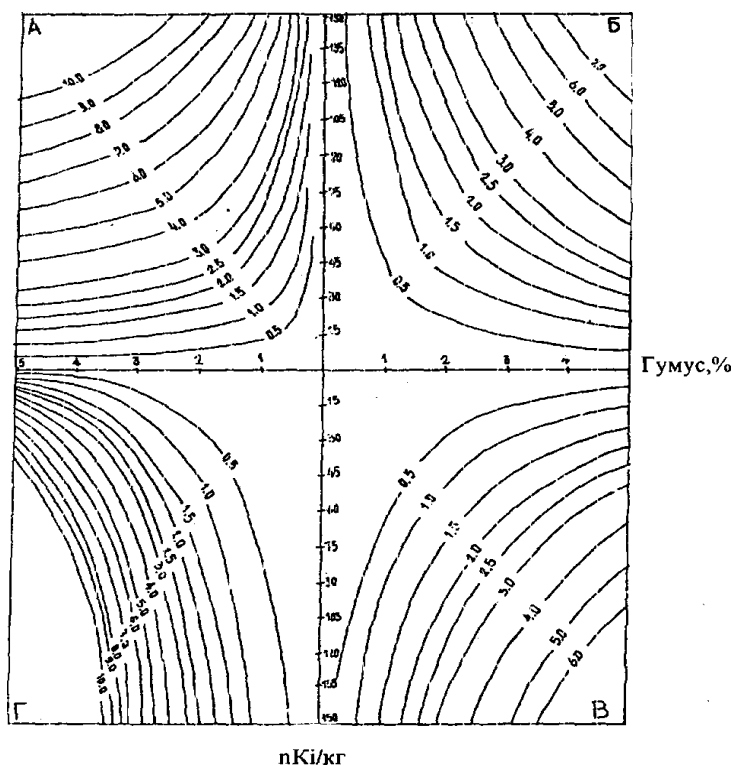


Рис.2. Номограма визначення вмісту Cs-137(пКі/кг) в сільськогосподарській продукції для легкосуглинкових ґрунтів залежно від вмісту гумусу при різних рівнях забруднення (пКі/км²) А - жито; Б - картопля; В - кукурудза на зелену масу; Г – льон.

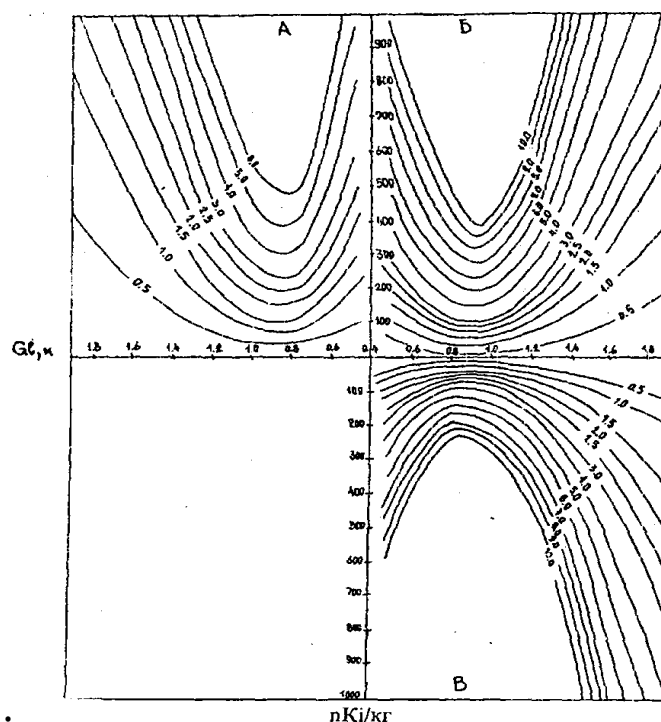


Рис.3. Номограма визначення вмісту Cs-137(пКі/кг) в сільськогосподарській продукції залежно від ступеня оглеєності. Gl-глибина залягання глеєвого горизонту; А-льон; Б-картопля, жито; В-

кукурудза на зелену масу.

Таким чином, рівні забруднення врожаю однієї і тієї ж культури залежить як від щільності забруднення ґрунту так і від агрохімічних властивостей ґрунтів. Чим вища окультуреність ґрунту, тим нижчий рівень накопичення радіонуклідів у врожаї. У зв'язку з цим розміщення культур із врахуванням щільності забруднення ґрунту, а також біологічних особливостей рослин різних культур дозволяє регулювати рівні забруднення врожаю та вирощувати продукцію з вмістом радіонуклідів, значно нижчим тимчасово допустимих рівнів.

Хід роботи

1. Виписати вихідні дані відповідно до варіанта (табл. 6.1)

Таблиця 6.1

Вихідні дані											
Показники		Остання цифра залікової книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
а	№ культури	1,	2 ,	3, 21	4,	5,9,	10,	11,	51,	52,	53,
		7,	8,	36,	13,	18,	17	14	55	54	56
		12,	20,	43	37,	33	23,	24,	66,	57,	58,
		19	35	48, 6	22	44,	32	26	69	52	60
		34,	39,		40,	49	47,	31,	70,	67,	61,
		38	40		50		25	45	71	68	65
	Грунт дерново-підзолистий супіщаний										
б	№ культури	52,	68,	52,	68,	71,	61,	51,	62,	51,	57,
		56,	64,	56,	69,	70,	60,	52,	61,	52	58
		60,	70,	60,	70,	69,	56,	66,	60,	54,	59,
		61,	71,	61,	71,	68,	52,	65,	59,	55	60,
		62,	56,	62,	56,	67,	68,	64,	58,	56,	63,
		67	52	67	60	62	67	63	57	53	64
	грунт										
Дерново підзолистий. піщаний			Торфово - глеєвий		Чорнозем суглинистий.		Чорно- зем		Сірий лісовий		
		Передостання цифра залікової книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Щільність забруднення ґрунту, Кі/км²											
а		14,9	10,5	12,6	4,5	5,0	8,4	7,8	5,9	7,8	11
б		15	13	8	10	2,8	3,7	6,8	7,1	11,5	12

2. Охарактеризувати тип ґрунту та навести основні агрохімічні характеристики (рН, величину гідролітичної кислотності, вміст азоту, фосфору, калію та кальцію, гумусу).
3. Визначити коефіцієнт переходу радіонуклідів з ґрунту в культури (табл. 2, 3.) та оцінити біологічні особливості кожної культури щодо накопичення радіонуклідів.
4. Користуючись формулою, розрахувати прогнозований рівень забруднення врожаю сільськогосподарських культур відповідно до заданих умов.
5. Одержані прогнозні рівні вмісту радіонуклідів у врожаї сільськогосподарських культур порівняти з тимчасовими допустимими рівнями вмісту радіонуклідів в сільськогосподарській продукції (табл. 4.) та визначити відсоток перевищення, коли такий існує.
6. Результати розрахунків представити у табличній формі (табл.5.).
7. Беручи до уваги зроблені розрахунки забруднення культур, підібрати культури, які можна вирощувати при даному рівні забруднення ґрунту. Обґрунтувати вилучення деяких культур з сівозміни, яка культивується на даній території.
8. Зробити висновок.

Таблиця 2.

Коефіцієнти переходу (K_p) цезію-137 в рослини з дерново-підзолистого супіщаного ґрунту

Номер культури	$K_p, \frac{Бк / кг}{кБк / м^2}$	
	Основна продукція	Побічна продукція
1	2	3
Зернові та зернобобові		
1. Кукурудза	0,07	0,27
2. Озима пшениця	0,11	0,43
3. Ячмінь	0,13	0,19
4. Тритикало	0,16	0,25
5. Яра пшениця	0,16	0,33
6. Просо	0,24	0,81
7. Жито	0,24	0,28
8. Овес	0,35	0,81
9. Боби	0,52	1,26
10. Гречка	0,76	0,8

11. Соя	0,88	1,2
12. Горох	0,91	1,45
13. Вика	0,29	1,48
14. Люпин жовтий	4,5	0,27
Овочеві		
15. Баклажани	0,013	-
16. Цибуля ріпчаста (зел.)	0,017	-
17. Цибуля батун (перо)	0,03	-
18. Перець солодкий	0,05	-
19. Кабачки Цукіні	0,06	-
20. Кабачки Грибовські	0,06	-
21. Гарбуз	0,06	-
22. Патисони	0,09	-
23. Часник	0,09	-
24. Помідори	0,04-0,12	-
25. Морква	0,13-0,15	-
26. Редиска	0,15	-
27. Петрушка	0,10	-
28. Коріандр	0,17	-
29. Календула	0,17	-
30. Капуста червонокачана	0,19	-
31. Капуста білокачанна		-
32. Капуста брюсельська	0,22	-
33. Капуста кольрабі	0,35	-
34. Цвітна капуста	0,32	-
35. Столовий буряк	0,17	-
36. Щавель	0,29	-
37. Картопля	0,39	-
Кормові		
38. Кукурудза	0,15	-
39. Тимофіївка	0,23	-
40. Редька олійна	0,3	-
41. Кормова капуста	0,43	-
42. Рапс озимий	0,46	-
43. Конюшина червона	0,54	-
44. Соняшник	0,6	-
45. Люпин жовтий	1,5	-
Технічні		
46. Льон зерно	0,13	-
47. Льон соломка	0,19	-
48. Соняшник	0,42	-
49. Редька олійна	0,48	-
50. Цукровий буряк	034	-

Таблиця 3

Коефіцієнти переходу Cs-137 з $\frac{Бк / кг}{кБк / м^2}$)
грунту в культури, ($K_{п}$,

Номер культури	Грунт					
	*1	*2	*3	*4.	*5.	*6
Люцерна	0,9	-	-	-	0,1	0,2
Конюшина	0,8-2,9	0,9	8,0	0,2	0,1	0,3
Вика	1,1-4,5	-	-	-	0,2	0,4
Люпин	0,9-2,7	-	-	-	0,1	0,3
Горох	0,5	-	-	-	0,2	0,3
Кукурудза (силос)	0,6	0,2	1,6	0,05	0,1	0,3
Зерно						
Озима пшениця	0,4				0,05	0,2
Озиме жито	0,3				0,07	0,1
Озимий ячмінь	0,3				0,01	0,1
Овочі						
Картопля	0,3		0,8		0,04	0,1
Буряк	0,2	0,2	2,7	0,05	0,06	0,3
Капуста	0,1	0,4	20	0,08	0,04	0,1
Помідори	0,6	1,3	-	0,2	0,03	0,09
Огірки	0,3	-	-	-	0,03	0,06
Цибуля	0,3	-	-	-	0,11	0,2
Морква	0,2	-	-	-	0,05	0,12
Зелена маса						
Рапс	-	0,8	8,0	0,1	-	-
Злакові	-	0,4	4,0	0,05	-	-
Бобові	-	0,8	8,0	0,2	-	-
Овес	-	0,2	4,0	0,05	-	-
Ячмінь	-	0,2	0,8	0,05	-	-

*1- дерново-підзолисті супіщані; *2 - дерново-підзолисті піщані;
*3- осушені торфово-глеєві; *4 -важко суглинистий чорнозем ; *5 - чорнозем; *6 -лісі лісові

Таблиця 4

Тимчасово допустимі рівні вмісту цезію-137 та стронцію-90 в сільськогосподарській продукції, зумовлені аварією на ЧАЕС (ТДР-2006)

№ з/п	Продукція	Цезій-137, Бк/кг	Стронцій-90, Бк/кг
1	Вода	20	5
2	Сіно та солома	600	200
3	Зерно фуражне	600	200
4	Зерно харчове	60	20
5	Столова зелень	40	20
6	Зелена маса	60	20
7	Садові ягоди, фрукти	70	10
8	Буряк кормовий	40	20
9	Картопля	60	20
10	Овочі	40	20
11	Зерно зернобобових	40	20
12	Круп'яні	40	20
13	Свіжі дикоростучі ягоди і гриби	500	50
14	Сушені дикоростучі ягоди і гриби	2500	250
15	Інші продукти	600	200
16	М'ясо і м'ясні продукти	200	20
17	Молоко і молочні продукти	100	20
18	Риба і рибні продукти	150	35
19	Яйця	6	2
20	Молоко згущене і концентроване	300	60
21	Молоко сухе	500	100

Таблиця 5

Прогнозний вміст радіонуклідів в
сільськогосподарській продукції

Культура	Щільність забруднення ґрунту, Д, Бк/кв. м	Коефіцієнт переходу, Кп, Бк/кг	Вміст радіонуклідів у врожаї, С, Бк/кг	ТДР, БК/кг	Відсоток перевищення ТДР, %
1	Д	Кп1	С1	ТДР1	%
2	Д	Кп2	С2	ТДР2	%
3	Д	Кп3	С3	ТДР3	%
...	...	...	...	...	...
n	Д	Кп ⁿ	Сn	ТДР ⁿ	%

Практична робота №7

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ЗАСОЛЕННЯ ТА СТУПЕНЬ ЗАСОЛЕННЯ ҐРУНТІВ ЗА ДАНИМ СОЛЬОВОЇ ВИТЯЖКИ ТА ОЦІНКИ ҐРУНТОВИХ РЕСУРСІВ ЩОДО ТИПУ ТА СТУПЕНЯ ЗАСОЛЕННЯ.

Мета роботи: освоєння методики визначення типу та ступеня засолення ґрунтів на основі аналізу даних сольової витяжки.

У процесі виконання роботи буде розглянуто критерії класифікації ґрунтів за вмістом солей, що дозволить оцінити ґрунтові ресурси з точки зору їхнього засолення. Отримані навички дозволять ідентифікувати проблемні ділянки та розробляти стратегії щодо поліпшення їхнього стану для подальшого сільськогосподарського використання.

За хімізмом засолення буває сульфатне, хлоридно-сульфатне, сульфатно-хлоридне і хлорид не тощо. Хімізм засолення визначається складом аніонів. У найменування типу засолення включають ті аніони, вміст яких перевищує 20% суми аніонів. Переважаючий аніон у назві ставлять на останнє місце (табл. 3.1). В залежності від типу засолення визначається за табл.3.2. ступінь засолення ґрунтів.

Таблиця 7.1.

Типи засолення ґрунтів по аніонному та катіонному складу солей

Тип засолення	Співвідношення катіонів, мг. - екв.			Співвідношення катіонів та аніонів, мг.-екв.
	Cl/SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻ /Cl ⁻	HCO ₃ ⁻ /SO ₄ ²⁻	
Хлоридний та сульфатно-хлоридний	1,0-2,5 і більше	-	-	-
Хлоридно-сульфатний	0,2-1,0	-	-	-
Сульфатний	<0,2	-	-	-
Содово-хлоридний	>1	<1	>1	HCO ₃ ⁻ > Ca ²⁺ + Mg ²⁺
Содово-сульфатний	<1	>1	<1	Na ⁺ > Mg ²⁺
Хлоридно-содовий	>1	>1	>1	Na ⁺ > Ca ²⁺
Сульфатно-хлоридно-гідрокарбонатний	-	>1	>1	Na ⁺ < Mg ²⁺ HCO ₃ ⁻ > Na ⁺

Класифікація ґрунтів за ступенем засолення залежно від типу засолення (В.А.Ковда, В.В.Єгоров)

Ступінь засолення	Содово-хлоридний, содово-сульфатний, хлоридно-содовий, сульфатно-хлоридно-гідрокарбонатний	Хлоридний	Хлоридно-сульфатний	Сульфатний, сульфатно-хлоридний
	Вміст легкорозчинних солей, % сухої маси ґрунту			
Незасолені	<0,10	<0,15	<0,20	<0,30
Слабко засолені	0,10...0,20	0,15...0,30	0,25...0,40	0,30...0,6
Середньо засолені	0,20...0,30	0,30...0,50	0,40...0,70	0,60...1,00
Сильно засолені	0,30...0,50	0,50...0,80	0,70...1,20	1,00...2,00
Солончаки	>0,50	>0,80	>1,20	>2,00

Порядок виконання роботи

Відібрати проби ґрунту в господарстві, згідно лабораторним дослідженням зробити водну витяжку відібраних зразків ґрунту. За отриманими даними визначити тип засолення ґрунтів і згідно таблиці 7.1, а згідно таблиці 7.2 визначити ступінь засолення і занести у таблицю.

№ варіанта	Аніони, мг-екв/100г ґрунту			Сума аніонів	Катіони, мг-екв/100г ґрунту			Сума катіонів	Вміст легкорозчинних солей	Тип засолення	Ступінь засолення
	HCO ₃	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺				

Дати оцінку якості ґрунтового покриву господарства та рекомендації щодо покращення стану ґрунтів.

Висновок

Практична робота №8

ВИЗНАЧЕННЯ КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО СТАНУ ҐРУНТУ ТА ЙОГО АГРОНОМІЧНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ

Мета роботи: Ознайомлення з методикою визначення кислотно-основного стану ґрунту (рН водної та сольової витяжок), а також інтерпретація отриманих результатів щодо придатності ґрунтів для вирощування сільськогосподарських культур.

Визначення кислотно-основного стану ґрунту (рН) є ключовим етапом в агрохімічному аналізі, що дозволяє оцінити придатність ґрунтів для вирощування різноманітних сільськогосподарських культур.

Методика передбачає вимірювання рН у водній та сольовій витяжках. Водна витяжка відображає актуальну кислотність ґрунту, що визначається концентрацією іонів водню у ґрунтовому розчині, і є важливим показником для оцінки миттєвого впливу на ріст рослин. Сольова витяжка, у свою чергу, дає інформацію про обмінну кислотність, яка характеризує потенційну здатність ґрунту до підкислення.

Різниця між показниками рН водної та сольової витяжок дозволяє оцінити буферну здатність ґрунту, тобто його стійкість до зміни рН під впливом зовнішніх факторів, таких як внесення добрив або кислотні опади. Інтерпретація отриманих результатів рН є критично важливою для прийняття обґрунтованих рішень щодо вапнування кислих ґрунтів або гіпсування лужних, з метою оптимізації умов для росту конкретних сільськогосподарських культур. Різні культури мають різні вимоги до рН ґрунту, тому точне визначення цього показника та його корекція є запорукою отримання високих та якісних врожаїв. Наприклад, для вирощування лохини потрібні кислі ґрунти (рН 4.5-5.5), тоді як більшість зернових культур краще ростуть на нейтральних або слабокислих ґрунтах (рН 6.0-7.0). Отже, знання та вміле використання методики визначення рН ґрунту є необхідною умовою для ефективного землеробства та сталого управління ґрунтовими ресурсами.

Обладнання та реактиви: рН-метр, водна витяжка (1:2,5), 1н КСІ, аналітичний посуд, ґрунтові зразки.

Хід роботи:

1. Відібрати зразки ґрунту з горизонту 0–20 см.
2. Приготувати водну та сольову витяжки ґрунту.
3. Виміряти значення рН у кожній витяжці.
4. Здійснити інтерпретацію за класифікацією ДСТУ 4362:2004.

Класифікація ґрунтів за кислотністю (рНвод)

рН	Характеристика
<4,5	Дуже кислий
4,6–5,0	Сильно кислий
5,1–5,5	Середньо кислий
5,6–6,0	Слабокислий
6,1–7,0	Близький до нейтрального
7,1–8,0	Слабколужний
>8,0	Лужний

Завдання:

На основі проведеного визначення рНвод та рНКСІ трьох зразків ґрунтів було здійснено оцінку реакції ґрунтового середовища. Порівняння показників рНвод та рНКСІ дозволяє зробити висновки про актуальну та потенційну кислотність ґрунтів.

У випадках, коли рНвод значно нижчий за 7, можна говорити про кислу реакцію середовища, а різниця між рНвод та рНКСІ може вказувати на потребу у вапнуванні для нейтралізації надлишкової кислотності та покращення доступності поживних речовин для рослин. І навпаки, якщо значення рН наближаються до нейтральних або лужних, необхідно розглянути можливість гіпсування, особливо у випадках з високим вмістом натрію, що може призвести до засолення ґрунтів.

Рекомендації щодо вапнування або гіпсування мають базуватися на комплексному аналізі, враховуючи тип ґрунту, його буферну здатність, потреби вирощуваних культур та агрохімічні показники, що дозволить забезпечити оптимальні умови для росту і розвитку рослин.

Висновок

Практична робота №9

РОЗРАХУНОК ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ГРУНТІВ ЕЛЕМЕНТАМИ ЖИВЛЕННЯ (NPK) НА ОСНОВІ РЕЗУЛЬТАТІВ АГРОХІМІЧНОГО АНАЛІЗУ

Мета роботи: Оцінити агрохімічну характеристику ґрунтів на основі вмісту доступних форм азоту, фосфору та калію, визначити рівень забезпеченості та надати агрономічні рекомендації щодо удобрення.

Агрохімічна оцінка ґрунтів є важливим етапом для визначення їхньої родючості та розробки ефективних стратегій удобрення сільськогосподарських культур. Аналіз вмісту доступних форм азоту, фосфору та калію (N, P, K) дозволяє встановити рівень забезпеченості ґрунтів цими основними елементами живлення. Низький вміст будь-якого з цих елементів може лімітувати ріст і розвиток рослин, тоді як надмірний вміст може призвести до дисбалансу поживних речовин та негативно вплинути на якість продукції. На основі отриманих результатів аналізу, визначається ступінь забезпеченості ґрунту азотом, фосфором та калієм (низький, середній, високий, дуже високий).

Відповідно до цього, розробляються агрономічні рекомендації щодо внесення оптимальних доз мінеральних або органічних добрив, з урахуванням потреб конкретної культури, запланованої врожайності та агрохімічних показників ґрунту. Рекомендації можуть включати вибір відповідних видів добрив, терміни та способи їх внесення, а також заходи для покращення засвоєння поживних речовин рослинами, такі як регулювання кислотності ґрунту, оптимізація водного режиму та використання сидеральних культур.

Обладнання: агрохімічний паспорт поля, нормативні таблиці, калькулятор, комп'ютер.

Хід роботи:

1. Ознайомитись із агрохімічними показниками ґрунтів.
2. Визначити забезпеченість за критеріями.
3. Розрахувати потребу в добривах (за нормами).

Таблиця 9.1.

Класифікація забезпеченості ґрунтів елементами живлення (за Мачигінім)

Елемент	Низька	Середня	Висока
NO ₃ -N, мг/кг	<10	10–20	>20
P ₂ O ₅ , мг/кг	<25	25–50	>50
K ₂ O, мг/кг	<50	50–100	>100

Завдання:

На основі даних агрохімічного паспорту, необхідно провести детальну характеристику трьох наданих зразків ґрунту за вмістом основних елементів живлення, а саме нітратного азоту ($\text{NO}_3\text{-N}$), рухомих фосфатів (P_2O_5) та обмінного калію (K_2O). Аналіз вмісту $\text{NO}_3\text{-N}$ дозволить оцінити забезпеченість ґрунту доступним азотом, що є критично важливим для росту та розвитку рослин, особливо на ранніх етапах вегетації. Оцінка вмісту P_2O_5 дасть змогу визначити рівень забезпеченості ґрунту фосфором, необхідним для формування кореневої системи, енергетичного обміну та репродуктивних органів. Визначення вмісту K_2O , у свою чергу, покаже забезпеченість ґрунту калієм, який відіграє важливу роль у регулюванні водного балансу, стійкості до хвороб та якості врожаю.

На основі отриманих даних про вміст цих елементів живлення в кожному з трьох зразків, необхідно встановити їх агрохімічний статус (наприклад, низький, середній, високий) відповідно до прийнятих класифікацій або шкал оцінювання. Після визначення агрохімічного статусу кожного зразка, слід розрахувати потребу озимої пшениці у внесенні мінеральних добрив, враховуючи планову врожайність, біологічні особливості культури та коефіцієнти використання елементів живлення з ґрунту та добрив. Розрахунок потреби у добривах повинен базуватися на балансовому методі, який враховує винос елементів живлення з урожаєм та їх надходження з ґрунту, добрив та інших джерел. Результати розрахунків мають бути представлені у вигляді рекомендованих норм внесення азотних, фосфорних та калійних добрив для кожного з трьох зразків ґрунту, з урахуванням їх агрохімічних особливостей.

Оформити результати в таблицю 9.2.

Висновок

Практична робота №10

ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ СКЛАД ҐРУНТІВ: ВИЗНАЧЕННЯ, ІНТЕРПРЕТАЦІЯ, КЛАСИФІКАЦІЯ

Мета роботи: Опанування методики визначення гранулометричного складу ґрунтів та навички класифікації ґрунтів за механічним складом, встановлення агрономічної значущості показників.

Опанування методики визначення гранулометричного складу ґрунтів є надзвичайно важливим етапом у підготовці фахівців аграрного профілю, оскільки дозволяє отримати фундаментальні знання про фізичні властивості ґрунту, які безпосередньо впливають на його родючість та здатність забезпечувати рослини необхідними поживними речовинами. Гранулометричний аналіз, що включає в себе визначення процентного вмісту різних фракцій ґрунтових частинок (піску, суглинку, глини), дає змогу оцінити водопроникність, вологоємність, аерацію та інші важливі характеристики ґрунту.

Навички класифікації ґрунтів за механічним складом, що базуються на результатах гранулометричного аналізу, дозволяють точно ідентифікувати тип ґрунту та прогнозувати його поведінку в різних умовах вирощування сільськогосподарських культур. Встановлення агрономічної значущості показників гранулометричного складу дає можливість розробляти науково обґрунтовані рекомендації щодо обробітку ґрунту, внесення добрив та вибору оптимальних стратегій управління водним режимом, що, в свою чергу, сприяє підвищенню врожайності та покращенню якості сільськогосподарської продукції. Таким чином, володіння цими методиками та навичками є необхідною умовою для ефективного землеробства та раціонального використання ґрунтових ресурсів.

Обладнання: набір сит, ваги, хімічні реактиви для диспергування, мірні циліндри.

Хід роботи:

1. Провести відмулювання або ситовий аналіз ґрунтового зразка.
2. Визначити вміст фракцій: глина ($<0,001$ мм), піл ($0,001-0,05$ мм), пісок ($0,05-2$ мм).
3. За допомогою трикутної схеми USDA або ДСТУ класифікувати тип ґрунту.
4. Інтерпретувати результати для агрономічної оцінки.

Класифікація ґрунтів за гранулометричним складом (ДСТУ 4362:2004)

Тип ґрунту	Вміст <0,01 мм, %
Легкосуглинковий	20–30
Середньосуглинковий	30–45
Важкосуглинковий	>45

Завдання:

Проведено аналіз трьох зразків ґрунту з метою визначення їх типу та оцінки придатності для вирощування основних сільськогосподарських культур у степовій зоні України.

На основі отриманих даних будуть зроблені висновки щодо оптимальних стратегій землеробства та рекомендацій для підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь у даному регіоні.

Висновок

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна література

1. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення : керівний нормативний документ / за ред. Яцука І. П., Балюка С. А. 2-ге вид., допов. К., 2019. 108 с.
2. Чорний С. Г. Оцінка якості ґрунтів : навчальний посібник. Миколаїв : МНАУ, 2018. 233 с. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3259/1/Chornyj_Ocinka_jakosti_gruntiv.pdf
3. Хільчевський В.К. Агрогідрохімія : підручник. Київ : ДІА. 2021. 176 с. URL: https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2024/09/hilchevskyj-v.k._agroidrohimiya22.02.21-r.pdf.
4. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу / О. Голубцов, Л. Сорокіна, А. Сплодитель, С. Чумаченко. Київ : ГО Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. 32 с.
5. Сидякіна О. В. Ефективність біодеструкторів у сучасних агротехнологіях. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2021. Вип. 119. С. 123-129.
6. Гамаюнова В. В., Коваленко О. А., Хоненко Л. Г. Сучасні підходи до ведення землеробської галузі на засадах біологізації та ресурсозбереження. *Раціональне використання ресурсів в умовах екологічно стабільних територій* : колективна монографія / за ред. П. В. Писаренка, Т. О. Чайка, І. О. Яснолюб. Полтава : ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2018. С. 232-342.
7. Балюк С. А., Медведєв В. В., Воротинцева Л. І., Шимель В. В. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 8. С. 5-11.
8. Дребот О.І., Добряк Д.С., Мельник П.П., Сахарнацька Л.І. Бонітування ґрунтів за продуктивністю: досвід США. *Збалансоване природокористування*. 2022. № 3. С. 5-12.
9. Бонітування ґрунтів як основа формування вартості осушуваних земель / А. М. Рокочинський, П. П. Волк, О. В. Тихенко та ін. *Агросвіт* № 15, 2020. С. 4-10.
10. Теорія і практика ґрунтоохоронного моніторингу/ за ред. М. М. Мірошниченка. Харків : ФОП Бровін О.В., 2016. 384 с.
11. Gamajunova V., Panfilova A., Kovalenko O., Khonenko L., Baklanova T., Sydiakina O. (2021) Better Management of Soil Fertility in the Southern

- Steppe Zone of Ukraine. Springer International Publishing Switzerland. Soils Under Stress. P. 163—171. Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68394-8_16.
12. Zhang, Z., Ding, J., Zhao, W., Liu, Y., Pereira, P. (2023). The impact of the armed conflict in Afghanistan on vegetation dynamics. *Science of The Total Environment*, 856. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159138>.
 13. FAO (2022). The importance of Ukraine and the Russian Federation for global agricultural markets and the risks associated with the war in Ukraine. Information note 10 June 2022. <https://www.fao.org/3/cb9013en/cb9013en.pdf>.

Додаткова література

1. Аверченко В. І., Самойленко Н. М. Ґрунтознавство : навчальний посібник. Харків : Мачулін, 2018. 118 с. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/275821411.pdf>
2. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів: Монографія / В. П. Патики та ін. ; за ред. В.П. Патики. Київ : Основа, 2005. 300 с.
3. Балюк С. А., Носоненко О. А. Класифікація зрошуваних ґрунтів України за ступенем засолення, солонцюватості та лужності. *Ґрунтознавство*. 2008. Т. 9, № 3-4. С. 27-32.
4. Булигін С. Ю. Вітвіцький С. В. Буланій О. В. Тонха О.Л. Моніторинг якості ґрунтів : підручник. Київ : Видавництво НУБіП України, 2019. 421 с. URL: <https://dglb.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/b95b3e3d-3328-48cc-bbfa-937c1c103add/content>
5. 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. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/35099/1/NP_okhorona%20hruntiv_2023.pdf
6. Іутинська Г. О. Ґрунтова мікробіологія. Київ : Арістей, 2006. 284 с.
7. Панас Р. М. Ґрунтознавство : навчальний посібник. Львів : Новий Світ-2000, 2023. 372 с.
8. Панас Р. М. Основи моніторингу та прогнозування використання земель : навчальний посібник. Львів : Новий Світ-2000, 2023. 224 с.
9. Пліско І. В. Якість орних ґрунтів України. Харків : ФОП Бровін О. В., 2020. 372 с.
10. Трусковецький Р. С. Буферна здатність ґрунтів та їх основні функції.

Харків : ППВ «Нове слово», 2003. 224 с.

11. 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>.
12. 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.
13. 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.
14. 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/>.
15. Gunnarsson O. Heavy Metals in Fertilizers - Do they Cause Environmental and Health problems? *Fertilizers and Agriculture*. 1983. 37-85. P. 27-42.
16. Mulengeraa M. K., Payton R. W. Modification of the productivity index model. *Soil and Tillage Research*, 1999. № 52. P. 11-19.
17. Natural Resources Conservation Service of United States Department of Agriculture. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Soil_quality
18. 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. З. 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

Оцінка якості ґрунтів

Методичні рекомендації

Укладач: **Коляніді** Надія Олександрівна

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 2,13.

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.