

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від 16 грудня 2022 р. №13

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для проведення лабораторних робіт з навчальної дисципліни «ЕКОЛОГІЯ ҐРУНТІВ І НАДР»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «молодший бакалавр»
спеціальності 101 «Екологія»
освітньо-професійна програма «Екологія»
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра екології та природоохоронних технологій

Рекомендовано на засіданні кафедри
екології та природоохоронних
технологій від
05 листопада 2022 р., протокол № 04

Розробник: к.б.н., доц. кафедри екології та природоохоронних технологій АЛПАТОВА Оксана

Житомир
2022

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 43 / 2</i>

Методичні рекомендації призначені для проведення лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Екологія ґрунтів і надр» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «молодший бакалавр» денної та заочної форми навчання спеціальності 101 «Екологія» освітньо-професійна програма «Екологія». Житомир, Житомирська політехніка, 2022. 43 с.

Рецензенти:

к.п.н., доцент кафедри наук про Землю ГЕРАСИМЧУК Олена

к.с-г.н., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій ДАВИДОВА Ірина

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 3

ЗМІСТ

Вступ	4
Лабораторна робота №1. Визначення механічного та структурного складу ґрунту	5
Лабораторна робота №2. Визначення польової вологості ґрунту. Визначення гігроскопічної вологи в ґрунті. Визначення максимальної гігроскопічної вологи в ґрунті.	
Лабораторна робота №3. Визначення щільності твердої фази ґрунту. Визначення пористості ґрунту.	
Лабораторна робота №4. Визначення водопроникності та вологості ґрунту	
Лабораторна робота №5. Визначення якісного складу гумусу	
Лабораторна робота №6. Визначення розчинних форм хімічних елементів ґрунту. Визначення скипання ґрунту	
Лабораторна робота №7. Визначення вмісту карбонатів у ґрунті	
Лабораторна робота №8. Визначення поглинаючої здатності ґрунту	
Лабораторна робота №9. Одержання та аналіз водної витяжки	
Лабораторна робота №10. Визначення обмінної кислотності ґрунту	
Лабораторна робота №11. Визначення суми увібраних основ	
Лабораторна робота №12. Відбір зразків ґрунту для визначення рівнів фізичної деградації. Визначення та екологічне обґрунтування критеріїв фізичної деградації ґрунту.	
Лабораторна робота №13. Екологічне обґрунтування нормативних навантажень засобів хімізації в агроландшафтах	
Лабораторна робота №14. Нормування екологічного стану ґрунту на основі прогностичної оцінки гумусового балансу у системі агрофітоценоз – ґрунт	
Лабораторна робота №15. Побудова хроноізоплет міграції забруднювачів в ґрунтах під впливом атмосферних опадів	
Лабораторна робота №16. Нормативне обґрунтування заходів, пов'язаних із декальцинацією ґрунтів	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 4

ВСТУП

На сьогодні особливої гостроти набирають проблеми екологічної системи навколишнього природного середовища, збереження його відновлювального потенціал. Звичайно, нині людство усвідомлює небезпеку скорочення життя на Землі через свій вплив на масштаби природокористування, інтенсивність господарювання, забруднення природного середовища. Аналіз сучасних досліджень показує, що проблеми екології взагалі та ґрунтів і надр, зокрема, постійно загострюються. В цілому ситуацію можна характеризувати надмірним забрудненням і деградацією середовища мешкання людини; обмеженістю життєво важливих природних ресурсів (води, повітря, ґрунту); зростання екологічної свідомості та тривоги мирної спільноти за своє майбутнє. Тому, не випадково, нині перед людством гостро стоїть глобальна проблема якраз екологічного характеру. Це свідчить про те, що комплексне і своєчасне вирішення цих проблем повинне стати складовою частиною національної стратегії сталого розвитку.

Навчальна дисципліна «Екологія ґрунтів і надр» є важливим елементом професійної підготовки студентів-екологів. Метою викладання навчальної дисципліни «Екологія ґрунтів і надр» є формування знань та навичок в галузі раціонального використання й охорони земельних ресурсів і надр, прикладних аспектів їх охорони при здійсненні господарської діяльності, а також визначення напрямів технічної та біологічної рекультивациі порушених земель; ознайомити студентів з питаннями генезису і еволюції ґрунтів, дати характеристику морфологічних ознак, фізичних, хімічних і біологічних властивостей, родючості, складу і режимів різних типів ґрунтів, джерела та наслідки забруднення ґрунту, методи та способи відновлення ґрунтів та надр, основні шляхи захисту земель та надр від негативного впливу при їх сільськогосподарському та інших видах використання, а також визначення напрямів технічної та біологічної рекультивациі порушених земель.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- набуття вміння визначати основних типів ґрунтів та знання закономірностей розповсюдження їх по території України;
- вивчення впливу на ґрунтоутворювальний процес як природних (материнських порід, клімату, рельєфу, рослинності тощо), так і антропогенних (сільського господарства, транспорту тощо) факторів;
- ознайомитися з методами та способами захисту ґрунтів та надр;
- аналізувати наслідки трансформації ґрунтів і надр в результаті виробничої діяльності промислових підприємств різних галузей економіки;
- використовуючи норми законодавства в сфері використання й охорони земель та надр, вміти обґрунтовувати технології захисту ґрунтів, підвищення їх родючості.

Зміст навчальної дисципліни «Екологія ґрунтів і надр» направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених освітньо-професійною програмою «Екологія» Початкового (молодший бакалавр) рівня вищої освіти галузі знань 10 «Природничі науки» спеціальності 101 «Екологія»:

К13. Здатність обґрунтовувати необхідність та розробляти заходи для захисту та раціонального використання повітряного та водного середовищ, земельних ресурсів, поводження з відходами.

Отримані знання з навчальної дисципліни «Екологія ґрунтів і надр» стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання, визначених освітньо-професійною програмою «Екологія» Початкового (молодший бакалавр) рівня вищої освіти галузі знань 10 «Природничі науки» спеціальності 101 «Екологія»:

ПРО2. Розуміння основних принципів, концепцій, проблем в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування.

ПРО11. Здатність застосовувати практичні навички одержання та візуалізації інформації щодо поточного стану різних компонентів довкілля.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 5

Лабораторна робота №1

Тема: Визначення механічного та структурного складу ґрунту.

Тема 1. Визначення механічного складу ґрунту

Теоретичні відомості

Тверда фаза ґрунту складається з часток різної величини. Одночасно в ґрунтах містяться мінеральні, органічні і органо-мінеральні частки. Це уламки гірських порід (продукти вивітрювання), мінерали вторинного походження, колоїди гумусних речовин, продукти взаємодії органічних і мінеральних речовин. Механічні частки приблизно однакового розміру об'єднують у фракції.

Під **механічним складом** ґрунтів і ґрунтоутворюючих порід розуміють відносний вміст фракцій механічних елементів. Механічний склад ґрунту має важливе значення в ґрунтоутворенні, у формуванні родючості ґрунту. Від механічного складу залежать водні, теплові, повітряні, загальнофізичні і фізико-механічні властивості ґрунту. Механічний склад ґрунту зумовлює: окислювально-відновлювальні умови, величину ємкості вбирання, перерозподіл в ґрунті зольних елементів, накопичення гумусу тощо.

Здатність ґрунту розпадатися на агрегати називають **структурністю**.

Структура ґрунту – це сукупність агрегатів різної величини, форми, пористості, механічної міцності і водоміцності, які характерні для кожного ґрунту і кожного горизонту. Форма і розмір структурних агрегатів є діагностичною ознакою того чи іншого ґрунту або окремого горизонту. Структурні агрегати ґрунту формуються під впливом ряду факторів: періодичного намочання і висихання, замерзання і відтаювання ґрунтової маси, коагуляції, надходження гумусу тощо. Основною умовою цього процесу є наявність тонкодисперсних часток і двовалентних катіонів як коагуляторів. Якщо в ґрунті є природні агрегати будь-якої форми, його називають **структурним**. Якщо ґрунтова маса не розпадається на агрегати, а має сипучість (як пісок), то такий ґрунт називають **безструктурним**. У структурних ґрунтах формуються оптимальні водний, повітряний, тепловий, поживний, окислювально-відновний і мікробіологічний режими.

Приділяють багато уваги збереженню структури ґрунту. Основними заходами збереження і поліпшення структурного стану ґрунтів є мінімальний обробіток ґрунту, захист його від водної ерозії, внесення органічних добрив, вапнування і гіпсування, вирощування багаторічних трав тощо. Важливим в оцінці структури ґрунту є визначення її водостійкості. Визначення водостійкості ґрунтової структури роблять різними методами, більшість з яких ґрунтується на розмиванні структурних окремоостей водою. Одночасно з визначенням структурного складу ґрунту водоміцність структури доцільно визначати методом так званого «мокрого просіювання», незважаючи на те, що він дає тільки наближені результати. Бажаність використання цього методу пояснюється тим, що він дає уявлення про водоміцність структурних окремоостей всіх розмірів, він простий і результати визначення добре порівнюються з результатами сухого просіювання при визначенні структурного складу ґрунту.

А) Метод М.М.Філатова

Прилади і матеріали: повітряно-сухий ґрунт, мірні циліндри на 50-100 мл, довгі скляні палички, вода, 1 н. розчин КСl, сито на 1 мм, піпетки на 5-10 мл.

Хід роботи

Підготовка ґрунту до аналізу.

1. Відбирають зразок ґрунту в польових умовах вагою 500-1000 г. У лабораторії розсипають тонким шаром на аркуші паперу і висушують до повітряного стану.

2. Крупні грудочки роздавлюють руками, вибирають корені і включення. ґрунт подрібнюють у фарфоровій ступці дерев'яним товкачиком і просіюють через сито з отворами діаметром 1 мм.

Визначення вмісту глини.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 6

1. У мірний циліндр на 50 мл насипають повітряносухий ґрунт, просіяний через сито з діаметром отворів 1 мм, поки його об'єм досягне 5 мм. Ґрунт ущільнюють м'яким постукуванням циліндра.

2. Потім у циліндр наливають 30 мл води і 5 мл 1 н. розчину хлористого калію для коагуляції колоїдних частинок і ретельно перемішують масу скляною паличкою. Доводять об'єм до 50 мл і залишають на 30 хв. Для відстоювання. Після цього визначають збільшення об'єму ґрунту за допомогою лінійки.

Одержані результати записують у таблицю 1.

Таблиця 1

Об'єм ґрунту, взятого для аналізу, мл	Об'єм суспензії в циліндрі через 10 хв., мл	Приріст об'єму ґрунту, мл	Вміст глини, %

Для визначення процентного вмісту глини в ґрунті за приростом об'єму ґрунту користуються таблицею 2.

Таблиця 2

Збільшення об'єму ґрунту, мл	Вміст глини в ґрунті, %	Збільшення об'єму ґрунту, мл	Вміст глини в ґрунті, %
4,00	90,7	1,75	34,6
3,75	85,1	1,50	34,0
3,50	79,4	1,25	29,3
3,25	73,7	1,00	22,7
3,00	67,0	0,75	17,0
2,75	62,9	0,50	11,3
2,50	54,7	0,25	5,7
2,25	51,0	0,12	2,7
2,00	45,4		

Визначення вмісту піску.

1. У мірний циліндр місткістю 100 мл насипають повітряно-сухий ґрунт, який використовували для визначення глини до об'єму 10 мл. Ґрунт ущільнюють м'яким постукуванням циліндра об стіл.

2. Доводять водою об'єм до 100 мл. Добре розмішують ґрунт скляною паличкою і зливають каламутну воду після 90 с. Настоювання. Операцію повторюють кілька разів, поки вода після чергового відстоювання не стане зовсім прозорою.

3. Потім замірюють об'єм піску, що залишився в циліндрі, враховуючи, що кожний міліметр дорівнює 10% об'єму піску.

Одержані дані записують в таблицю 3.

Таблиця 3

Об'єм ґрунту, взятого для визначення піску, мл	Об'єм ґрунту після промивання і відстоювання, мл	Вміст піску, %	Вміст пилу, %

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 7

Після проведення аналізу, за таблицею 4 визначається різновидність ґрунту.

Таблиця 4

Різновидність ґрунту	Вміст фізичної глини, %	
	Підзолистий процес ґрунтоутворення	Дерновий процес ґрунтоутворення
Піщаний	до 10	до 10
Супіщаний	10-20	10-20
Легкосуглинковий	20-30	20-30
Середньосуглинковий	30-40	30-45
Важкосуглинковий	40-50	45-60
Легкоглинистий	50-65	60-75
Середньоглинистий	65-80	75-85
Важкоглинистий	більше 80	більше 85

Б) Органолептичний метод.

В польових умовах для приблизного визначення різновидності ґрунту за механічним складом можна визначити на основі органолептичних ознак.

Для цього використовують “сухий” та “мокрый» методи.

Сухий метод. Суху грудку ґрунту кладуть на долоню і старанно розтирають пальцями. При необхідності щільні агрегати розтирають в ступці. Залежно від відчуттів при розтиранні визначають його механічний склад (табл.5).

Мокрий метод. Зразок розтертого у ступці ґрунту зволожують і перемішують до тістоподібного стану. На долоні скатують кульку і пробують розкотати її в шнур товщиною біля 3 мм. Потім шнур звертають у кільце діаметром 2-3 см. При цьому гранулометричний склад ґрунту визначають за ознаками наведеними у таблиці 5.

Таблиця 5

Стан сухого ґрунту	Здатність скачуватись у шнур	Відчуття при розтиранні вологого ґрунту	Різновидність ґрунту
Грудки дуже міцні, не роздавлюються між пальцями	Шнур цілий, легко згортається в кільце без тріщин	Паста в'язка, жеться	Глинистий
Грудки міцні, із зусиллям роздавлюються пальцями	Шнур легко згортається в кільце, тріскається з зовнішнього боку	Паста липка, слабо відчуються піщинки	Важко-суглинистий
Грудки важко роздавлюються	Шнур утворюється легко, але кільце з нього ламається	Паста слабо липка, добре відчуються піщинки	Середньо-суглинистий
Грудки руйнуються при невеликому зусиллі	При розкачуванні пасти утворюється структура, подібна до шнура, що розпадається на окремі сегменти	Паста мажеться, прощупується багато піску	Легко-суглинистий
Грудка легко роздавлюється	Шнур не утворюється, можна скачати кульку	Багато піску, Руки забруднюються	Супіщаний

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 8

Сипуча маса	Розсипчаста маса, кулька не утворюється	Багато піску, руки не забруднюються	Піщаний
-------------	---	-------------------------------------	---------

Висновки: проаналізуйте одержані результати та напишіть назву механічного складу ґрунту.

Контрольні запитання

1. Класифікація ґрунтів за механічним складом.
2. Що називається механічним складом ґрунту?
3. Які є методи визначення механічного складу ґрунту ?
4. Які фракції механічних елементів ґрунту виділяють за класифікацією М.А. Качинського?
5. Чи змінюється механічний склад ґрунту при проведенні гідротехнічних меліорацій?

Визначення структурного складу ґрунту

Прилади і матеріали: набір сит, терези і різноважки, зразки ґрунту.

Хід роботи:

1. Визначення структурного складу ґрунту проводять просіюванням зразка ґрунту крізь сита з різними за величиною отворами. Скласти всі сита набору так, щоб зверху було сито з найбільшими отворами, а донизу діаметр отворів поступово зменшувався порядком розміщення сит зверху донизу.
2. Помістити наважку на верхнє сито і, нахилиючи набір сит, круговим рухом просіяти ґрунт крізь сита.
3. Зважити структурні фракції, що залишилися на ситах і пройшли в піддонник, записуючи їх розмір.
4. Обчислити процентний вміст у ґрунті структурних окремоостей різного діаметра (за їх фракціями) за формулою:

$$X = \frac{Ax100}{P}$$

де x – процентний вміст у ґрунті структурних окремоостей даного розміру (фракції);

A – вага структурних окремоостей даного розміру;

P – вага ґрунту, взятого для просіювання

Результати досліджень записують в таблиці:

Розмір фракції, мм	Більше 10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	Менше 0,25
Маса фракції г									
Вміст Фракції, %									

Висновки: Графічно оформити результати визначення структурного складу ґрунту. Проаналізуйте результати лабораторної роботи із точки зору умов росту і розвитку с.-г. культур.

Контрольні запитання

1. Що розуміють під структурою ґрунту?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 9

2. Проаналізувати взаємозв'язок між структурним і механічним складом ґрунту.
3. Яке значення має структура ґрунту для нормального росту і розвитку рослин?
4. Пояснити механізм формування ґрунтової структури.
5. Екологічна роль ґрунтової структури.

Лабораторна робота №2. Визначення польової вологості ґрунту. Визначення гігроскопічної вологи в ґрунті. Визначення максимальної гігроскопічної вологи в ґрунті.

Мета роботи: ознайомитися з методикою визначення польової вологи ґрунту, визначити польову вологу ґрунту; ознайомитися з методикою та визначити максимальну гігроскопічну вологу ґрунту; вивчити методику і визначити гігроскопічну вологу ґрунту ваговим методом.

Теоретичні відомості

Водопроникність ґрунтів – здатність ґрунтів пропускати через себе воду, яка надходить з поверхні, залежить від механічного, структурного і хімічного складу ґрунтів, його щільності, пористості, вологості і тривалості зволоження. Глинисті ґрунти мають низьку водопроникність, піщані і структурні – високу. Набухання колоїдів ґрунту різко знижує водопроникність ґрунту. Низька водопроникність – негативне явище в землеробстві.

Вологоємність ґрунту – здатність поглинати і утримувати певну кількість води. Виділяють такі види вологоємності: максимальна гігроскопічна, максимальна молекулярна (плівчаста), капілярна, найменша (польова) і повна.

Найменшою (польовою) вологоємністю є кількість капілярно-підвищеної води, яку утримує ґрунт в даний момент при глибокому заляганні ґрунтових вод. У структурних ґрунтах вона становить 30-35, а в піщаних-10-15%. За її величиною розраховують норми поливу. Різницю між найменшою вологоємністю і фактичною вологістю ґрунту називають дефіцитом вологи.

Повна вологоємність – найбільша кількість вологи, яку може увібрати і утримувати ґрунт. У цьому разі в ґрунті міститься максимальна кількість всіх форм води. Її величина залежить від механічного, структурного складу і пористості ґрунту. Повна вологоємність більшості ґрунтів становить 40-50 %. Цю величину також використовують для розрахунків норм поливу.

Точне визначення цих показників можливе тільки безпосередньо в полі, на ґрунтах з не порушеною будовою. На окремих зразках ґрунту, будова яких, як правило, змінена, можна провести тільки наближені визначення. Визначення водопроникності, водоутримуючої здатності і водовіддачі ілюструє залежність цих найважливіших водних властивостей ґрунту від його структури і механічного складу.

Вода в ґрунті перебуває в різних формах, і різні автори дають різну класифікацію форм ґрунтової вологи. З агрономічної точки зору насамперед ґрунтову вологу необхідно поділити на воду, доступну рослинам, і воду, недоступну для них. Доступна рослинам вода перебуває в ґрунті у вільному стані і міститься в різних ґрунтових порах. Вода, яка є у великих некапілярних порах, рухається по ґрунту під дією сили тяжіння зверху вниз. Це так звана гравітаційна вода (від слова гравітація – тяжіння). Вона відносно швидко стікає в глибокі горизонти і не створює міцного запасу води в ґрунті. Вода, яка є в тонких капілярних порах (капілярна вода), рухається по ґрунту під дією капілярних (меніскових) сил в будь-якому напрямі і затримується в ньому досить довго. Постачання рослинами води відбувається в основному за рахунок капілярної води.

Вільна вода – вода ґрунту, яка не піддається дії сорбційних сил. Ця форма не має молекул, які орієнтовані до колоїдних часток ґрунту. У ґрунтах вона міститься у двох формах: капілярній і гравітаційній.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 10

Капілярна вода знаходиться в порах малого діаметра – капілярах, підтримується під дією капілярних або меніскових сил. При позитивних температурах капілярна вода перебуває в рідкому стані і вільно випаровується з поверхні менісків, при мінусових замерзає. Це основна форма води, яку засвоюють рослини. Вона дуже рухлива, розчиняє органічні і мінеральні сполуки, переробляє по профілю солі колоїди, суспензії.

Пересування води по ґрунтових капілярах має дуже велике значення. З одного боку, воно багато в чому впливає на хід різних ґрунтоутворних процесів, а з другого – воно в значній мірі впливає на життя рослин. Капілярне підняття води знизу вгору може призводити до досить інтенсивного підтікання вологи до корневих систем рослин, що має велике значення для їх нормального розвитку. Капілярне підняття (водопідйомна здатність) вологи робить доступною для рослин воду глибинних горизонтів.

Гігроскопічна вода утворюється за рахунок сорбції молекул водяної пари на поверхні колоїдних часток, міцно утримується сорбційними силами (10000-20000 атм) і тому є нерухомою. Густина її досягає 1,5-1,8 г/см³, не розчиняє хімічні сполуки, не замерзає і не доступна для рослин. Кількість гігроскопічної води в ґрунті залежить від температури, насиченості ґрунтового повітря водяною паром, механічного і мінералогічного складу ґрунту та вмісту в ньому гумусу. Найбільшу кількість води, яку може увібрати ґрунт із пароподібного стану (при вологості повітря 94-98%), називають **максимальною гігроскопічністю ґрунту**.

При вивченні вологості ґрунту слід мати на увазі, що вміст у ґрунті води, доступної рослинам протягом вегетаційного періоду, значно коливається. А вміст у ґрунті гігроскопічної вологи в часі значних коливань не має (для даного горизонту даного ґрунту), і тому його визначення досить зробити один раз.

Визначення в ґрунті гігроскопічної вологи проводиться з повітряносухого ґрунту, тобто з ґрунту, що не має майже всіх форм води, крім гігроскопічної (насправді в повітряносухому ґрунті, крім гігроскопічної вологи, є хімічно зв'язана вода, але особливого практичного значення вона не має і тому її можна не брати до уваги).

1. Визначення польової вологості ґрунту

Обладнання: алюмінієві бюкси, сушильна шафа, технічні ваги, важки, ґрунтовий ніж; бур.

Польовою вологою ґрунту називають валовий вологовміст у момент її визначення. Проби на вологу беруть буром із свердловини або із стінки розрізу ґрунтовим ножом у трикратній повторності із середини генетичних горизонтів або з верхньої і нижньої частини.

Для визначення запасу вологи проби беруть через кожні 10 см до рівня ґрунтової води.

Хід роботи

1. В алюмінієві бюкси, завчасно зважені на технічних вагах поміщають проби ґрунту з генетичних горизонтів. Заповнюють бюкс на 1/3 частини їх об'єму, щільно закривають кришками та зважують з точністю до 0,01 г.

2. Зважені бюкси із сирим ґрунтом ставлять до сушильної шафи для висушування при температурі 105°C на протязі 6 годин, при цьому кришки знімають і надівають на дно бюксів.

3. Після висушування бюкси знову закривають кришками, охолоджують в ексикаторі та зважують.

4. Для підвищення точності визначення бюкси з ґрунтом повторно 10г.10вуг до сушильної шафи на 1-2 години для другого просушування. Якщо вага бюкса між першим і другим зважуванням має різницю менше 0,01 г, то останню вагу приймають за кінцеву.

Польову, вологу обчислюють за формулою:

$$Вп(\%) = \frac{Ав}{Аг}$$

де Вп – польова вологість, %

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 11

Ав – вага води у ґрунті, г;

Аг – вага сухого ґрунту, г,

100-для перерахунку у відсотки.

Результати визначення вологості ґрунту оформляють у таблиці 1.

Таблиця 1

№ з/п	Глибина відбору	№ б'юкса	Вага б'юкса,г				Вага вологи, г	Вага сухого грг.	Вологість, %
			пустого	із сирим гр.	після першої сушки	після другої сушки			

Оскільки кількість опадів вимірюють у міліметрах водяного стовпа, доцільно запаси вологи у ґрунті виражати також у цих одиницях. Обчислення роблять за формулою:

$$V(\text{мм}) = (V_{\text{п}} \times h \times d_v \times 10) / 100,$$

де V – вологість мм; у шарі ґрунту товщиною h, см;

d_v – об'ємна вага скелета ґрунту;

100 – множник для переведення см у мм.

Запаси воли в досліджуваній товщі ґрунту на практиці виражають у тоннах або кубометрах на 1 га (куб. м) шляхом множення величини вологості (Vмм) на коефіцієнт 10:

$$V(\text{куб.м}) = V_{\text{мм}} \times 10.$$

Для обчислення запасів вологи у мм або куб. м /га у метровій або двометровій товщі ґрунту виконують обчислення по окремих горизонтах, у яких величини d_v різні, потім складають знайдені величини і одержують запаси вологи цілого шару.

Обчислення продуктивної вологи у шарі ґрунту. Продуктивною вологою називають усю кількість води понад вологості в'янення :

$$(VV = 1,5 \times MГВ)$$

Діапазон активності (продуктивної) вологи (Вд.а.в.). Найбільш зволоженому ґрунту у польових умовах відповідає загальна (ЗВ), або польова вологоємність, нижньою межею доступної або активної вологи є вологість в'янення (ВВ). Різниця між названими межами зволоження відповідає діапазону активної вологи у ґрунті:

$$Вд.а.в = ЗВ - ВВ$$

Величина Вд.а.в характеризує максимальну кількість продуктивної вологи у ґрунті і може бути виражена у мм або %.

Оцінка запасів продуктивної вологи. Запаси продуктивної вологи (у мм) оцінюють такою шкалою наведеній у таблиці 2.

Таблиця 2

У шарі ґрунту 0-20 см		У шарі ґрунту 0-100 см	
Оцінка	Вміст вологи, мм	Оцінка	Вміст вологи, мм
Запаси хороші	більше 40	Дуже хороші	більше 160
Задовільні	20-40	хороші	160-130
Незадовільні	менше 20	Задовільні	130-90
		Незадовільні	менше 90

Висновок. Провести аналіз отриманих результатів _____

3. Визначення гігроскопічної вологи в ґрунті

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 12

Обладнання: аналітичні ваги, сушильна шафа, алюмінієві бюкси, ексікатор з CaCl₂ зразки ґрунту.

Будь-який ґрунт здатний вбирати з повітря водяну пару. Вологу, увібрану поверхнею ґрунтових частинок, називають гігроскопічною. Кількість вологи, яку може поглинути із повітря ґрунт, залежить від ступеня насиченості повітря вологою, механічного складу ґрунту, вмісту в ньому колоїдів та гумусу. Чим більше повітря насичене вологою і чим важчий гранулометричний склад має ґрунт, тим більше він міститиме гігроскопічної вологи. Ґрунти різного гранулометричного складу можуть утримувати неоднакову кількість гігроскопічної вологи (в % ваги абсолютно-сухого ґрунту); піщані – 0,5-1,5; легко суглинисті – 1,5-3; середньо суглинисті – 2,5-3; глинисті – 6-8; торф'яні -18-22.

При визначенні ґрунту результати аналізів прийнято перераховувати на абсолютно-сухий ґрунт. Для цього слід визначити гігроскопічну вологу, яка знаходиться в ґрунті у даних умовах.

Хід роботи

1. У зважений алюмінієвий бюкс з кришкою поміщають відважену на аналітичних вагах наважку повітряно-сухого ґрунту: для суглинистих ґрунтів – 5-10 г, для піщаних -10-15 г.

2. Бюкс з ґрунтом розташовують у сушильній шафі, відкривають кришку і просушують протягом 5 годин при температурі 100-105°C.

3. Через 5 годин бюкс з ґрунтом виймають із шафи, закривають кришкою, охолоджують в ексікаторі та зважують.

4. Обчислюють різницю між першим та другим значеннями, яка становитиме кількість гігроскопічної вологи у взятій наважці ґрунту.

5. Виконують обчислення відсотку гігроскопічної вологи за формулою:

$$ГВ (\%) = \frac{a \times 100}{b - a},$$

де а – кількість гігроскопічної вологи у взятій для аналізу наважці, г;

в – наважка ґрунту, г.

Результат визначення гігроскопічної вологи в ґрунті заносять у таблицю:

Глибина відбору, см	№ б'юкс	Вага б'юкса г		Наважка ґрунту, г	Вага б'юкса із абс. сух. ґрун., г	Вага гігроск вологи г	Вміст гігроск. Вологи, %
		пусто-го	із повітряно-сухим ґрунт.				

Коефіцієнт для перерахунку результатів аналізу повітряно-сухого ґрунту на суху наважку обчислюють за формулою:

$$КН2О = 100 + ГВ / 100,$$

де ГВ – кількість гігроскопічної вологи, %.

Висновок. Обґрунтувати залежність величини гігроскопічної вологи від гранулометричного складу ґрунту та насиченості повітря вологою.

3. Визначення максимальної гігроскопічної вологи в ґрунті

Обладнання: аналітичні ваги; сушильна шафа, алюмінієві бюкси, ексікатор з CaCl₂ ексікатор з 10 % H₂SO₄ або насиченим розчином K₂SO₄.

Максимальною гігроскопічною вологою (МГВ) називають найбільшу кількість вологи, яку може увібрати ґрунт за умовою повного насичення повітря водяною парою (при

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 13

відносній вологості 94 %). Величина МГВ залежить від гранулометричного та мінералогічного складу ґрунту і кількості органічних речовин. Чим важчий ґрунт та чим більше у ньому гумусу, тим вища МГВ. За величиною ГВ визначають вологість в'янення рослин. Відношення величини вологості в'янення до МГВ визначає «коефіцієнт в'янення», який коливається від 1,2 до 2,3. У середньому у розрахунках приймають величину 1,5.

Хід роботи

1. У зважений алюмінієвий бюкс поміщають відважені на аналітичних вагах 10 г повітряно-сухого ґрунту, просіяного через сито з отвором 1 мм.

2. Бюкс з відкритою кришкою поміщають в ексикатор, на дно якого наливають 10 % H₂SO₄ (з розрахунку 2 мл на 1 г ґрунту) або насичений розчин K₂SO₄ (100 г солі розчиняють у 1 л дистильованої води). Цей розчин створює в атмосфері 99 % відносної вологості. Потім ексикатор ставлять у темне місце для зменшення коливання температури. У цих умовах ґрунт до краю насичується піроскопічною вологою, вага його збільшується. Бюкс з ґрунтом зважують. Повторюють зважування доти, доки вага перестане збільшуватись.

3. Після установаження постійної ваги бюкс з ґрунтом висушують у сушильній шафі при температурі 105°C протягом 5 годин. Потім бюкс охолоджують в ексикаторі та зважують. Різниця між вагою бюкса з ґрунтом після насичення і вагою бюкса з ґрунтом після висушування дає величину максимальної гігроскопічної вологи (МГВ) – обчислюють у % до сухого ґрунту за формулою:

$$\text{МГВ (\%)} = \frac{v - c}{c - a} \times 100,$$

де а – вага бюкса, г,

v – вага бюкса з ґрунтом після насичення, г,

c- вага бюкса з ґрунтом після висушування, г.

Результат визначення МГВ заносять у таблицю:

Глибина відбору ґрунту, см	№ б'юкса	Вага б'юкса із:				МГВ, %
		пустого	повітряносух. ґрунтом	насичен. ґрунтом	висушеним ґрунтом	

Висновок. Визначити залежність величини максимальної гігроскопічної вологи від гранулометричного та мінералогічного складу ґрунту і кількості органічних речовин. _____

Лабораторна робота №3. Визначення щільності твердої фази ґрунту

Прилади і матеріали: повітряносухий ґрунт, просіяний через сито з отворами 1 мм, пікнометр, хімічні ваги.

Теоретичні відомості

Загальними фізичними властивостями ґрунту є щільність твердої фази, щільність непорушеного ґрунту і його пористість.

Щільність твердої фази – інтегрована щільність всіх компонентів твердої фази ґрунту (уламки гірських порід, новоутворені мінерали, органічні частки).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 14

Щільність твердої фази визначають пікнометричним способом. Для цього треба знати об'єм і вагу твердої фази ґрунту. За цим способом об'єм твердої фази визначають шляхом витіснення води взятою наважкою ґрунту.

Щільність ґрунту – маса одиниці об'єму ґрунту в непорушеному і сухому стані. Завдяки наявності пор, виповнених повітрям, щільність ґрунту значно менша, ніж щільність його твердої фази. Так, щільність ґрунту верхніх горизонтів становить 0,8-1,2 г/см³, а нижніх- 1,3-1,6 г/см³, щільність твердої фази відповідно 2,4- 2,6 і 2,6-2,7.

У лабораторних умовах щільність ґрунту визначають у розсипчастих зразках з порушеною будовою ґрунту. В польових умовах проби беруть в металічні циліндри з непорушеною структурою, що дозволяє визначити об'ємну вагу ґрунту в природному стані.

Пористість ґрунту – сумарний об'єм всіх пор між частками твердої фази одиниці об'єму.

Визначення пористості ґрунту має велике агрономічне значення, бо обумовлює вологоємність, водопроникність, водопіднімаючу здатність, інтенсивність протікання біохімічних процесів в ґрунті, тому розрізняють загальну, капілярну і некапілярну пористість. Оптимальною є пористість 50-60%.

Хід роботи:

1. Зважують 10 г повітряно-сухого, просіяного через міліметрове сито ґрунту. Одночасно беруть наважку (5-10 г) для визначення гігроскопічної вологи.

і Беруть чистий пікнометр на 50-100 см, наливають в нього до мітки Н₂О дист. (t = 20°C) і зважують. Потім частину води (близько ½ об'єму) виливають і насипають в нього зважену пробу (10 г).

3. ґрунт і воду в пікнометрі кип'ятять на водяній бані 30 хв. Для видалення повітря. Після кип'ятіння пікнометр охолоджують до кімнатної температури і доливають до мітки дистильованої води, витирають фільтрувальним папером і зважують.

Перерахунок здійснюють за формулою:

$$A = \frac{B \times 100}{100 + nH_2O}$$

де А – вага абсолютно сухого ґрунту

В- вага повітряно-сухого ґрунту,г;

nH₂O – гігроскопічна волога, %

Щільність твердої фази визначається за формулою:

$$M = \frac{A}{(B+A) - C}$$

де: М – щільність твердої фази, г/см³;

А – вага сухого ґрунту взятого для аналізу, г;

В - вага пікнометра з водою, г

Висновки: за одержаними даними лабораторної роботи, охарактеризуйте щільність твердої фази даного для досліджень ґрунту.

Контрольні запитання

1. Що називається щільністю твердої фази ґрунту?
2. Як визначають щільність твердої фази ґрунту?
3. Від чого залежить щільність твердої фази ґрунту?
4. Які фактори можуть впливати на показник щільності твердої фази?

Визначення пористості ґрунту

Прилади і матеріали: нерозтертий ґрунт, металічний циліндр з сітчастим дном, фільтрувальний папір.

Хід роботи.

Загальну пористість можна розрахувати на основі щільності твердої фази ґрунту та щільності складення ґрунту. Загальну пористість визначають за формулою:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 15

$$P_z = \frac{d-d_0}{d} \cdot 100$$

де P_z – загальна пористість, %;

d - щільність твердої фази ґрунту;

d_0 - щільність складення ґрунту ґрунту.

Висновки: опишіть результати лабораторної роботи; дайте агрономічну оцінку ґрунту за такими показниками: щільність ґрунту, щільність твердої фази ґрунту та пористість.

Контрольні запитання

1. Що таке пористість ґрунту?
2. Як визначають пористість ґрунту?
3. Яке практичне значення пористості ґрунту?
4. Назвіть загальні фізичні властивості ґрунту.
5. Роль капілярних та некапілярних пор ґрунту..

Лабораторна робота №4. Визначення водопроникності та вологоємності ґрунту

Теоретичні відомості

Водопроникність ґрунтів – здатність ґрунтів пропускати через себе воду, яка надходить з поверхні, залежить від механічного, структурного і хімічного складу ґрунтів, його щільності, пористості, вологості і тривалості зволоження. Глинисті ґрунти мають низьку водопроникність, піщані і структурні – високу. Набухання колоїдів ґрунту різко знижує водопроникність ґрунту. Низька водопроникність – негативне явище в землеробстві.

Вологоємність ґрунту – здатність поглинати і утримувати певну кількість води. Виділяють такі види вологоємності: максимальна гідроскопічна, максимальна молекулярна (плівчаста), капілярна, найменша (польова) і повна.

Найменшою (польовою) вологоємністю є кількість капілярно-підвищеної води, яку утримує ґрунт в даний момент при глибокому заляганні ґрунтових вод. У структурних ґрунтах вона становить 30-35, а в піщаних-10-15%. За її величиною розраховують норми поливу. Різницю між найменшою вологоємністю і фактичною вологістю ґрунту називають дефіцитом вологи.

Повна вологоємність – найбільша кількість вологи, яку може увібрати і утримувати ґрунт. У цьому разі в ґрунті міститься максимальна кількість всіх форм води. Її величина залежить від механічного, структурного складу і пористості ґрунту. Повна вологоємність більшості ґрунтів становить 40-50 %. Цю величину також використовують для розрахунків норм поливу.

Точне визначення цих показників можливе тільки безпосередньо в полі, на ґрунтах з непорушеною будовою. На окремих зразках ґрунту, будова яких, як правило, змінена, можна провести тільки наближені визначення. Визначення водопроникності, водоутримуючої здатності і водовіддачі ілюструє залежність цих найважливіших водних властивостей ґрунту від його структури і механічного складу.

Вода в ґрунті перебуває в різних формах, і різні автори дають різну класифікацію форм ґрунтової вологи. З агрономічної точки зору насамперед ґрунтову вологу необхідно поділити на воду, доступну рослинам, і воду, недоступну для них. Доступна рослинам вода перебуває в ґрунті у вільному стані і міститься в різних ґрунтових порах. Вода, яка є у великих некапілярних порах, рухається по ґрунту під дією сили тяжіння зверху вниз. Це так звана гравітаційна вода (від слова гравітація – тяжіння). Вона відносно швидко стікає в глибокі горизонти і не створює міцного запасу води в ґрунті. Вода, яка є в тонких капілярних порах (капілярна вода), рухається по ґрунту під дією капілярних (меніскових)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 16

сил в будь-якому напрямі і затримується в ньому досить довго. Постачання рослинами води відбувається в основному за рахунок капілярної води.

Вільна вода – вода ґрунту, яка не піддається дії сорбційних сил. Ця форма не має молекул, які орієнтовані до колоїдних часток ґрунту. У ґрунтах вона міститься у двох формах: капілярній і гравітаційній.

Капілярна вода знаходиться в порах малого діаметра – капілярах, підтримується під дією капілярних або меніскових сил. При позитивних температурах капілярна вода перебуває в рідкому стані і вільно випаровується з поверхні менісків, при мінусових замерзає. Це основна форма води, яку засвоюють рослини. Вона дуже рухлива, розчиняє органічні і мінеральні сполуки, переробляє по профілю солі колоїди, суспензії.

Пересування води по ґрунтових капілярах має дуже велике значення. З одного боку, воно багато в чому впливає на хід різних ґрунтоутворних процесів, а з другого – воно в значній мірі впливає на життя рослин. Капілярне підняття води знизу вгору може призводити до досить інтенсивного підтікання вологи до корневих систем рослин, що має велике значення для їх нормального розвитку. Капілярне підняття (водопідйомна здатність) вологи робить доступною для рослин воду глибинних горизонтів.

Гігроскопічна вода утворюється за рахунок сорбції молекул водяної пари на поверхні колоїдних часток, міцно утримується сорбційними силами (10000-20000 атм) і тому є нерухомою. Густина її досягає 1,5-1,8 г/см³, не розчиняє хімічні сполуки, не замерзає і не доступна для рослин. Кількість гігроскопічної

води в ґрунті залежить від температури, насиченості ґрунтового повітря водяною парою, механічного і мінералогічного складу ґрунту та вмісту в ньому гумусу. Найбільшу кількість води, яку може увібрати ґрунт із пароподібного стану (при вологості повітря 94-98%), називають **максимальною гігроскопічністю ґрунту**.

При вивченні вологості ґрунту слід мати на увазі, що вміст у ґрунті води, доступної рослинам протягом вегетаційного періоду, значно коливається. А вміст у ґрунті гігроскопічної вологи в часі значних коливань не має (для даного горизонту даного ґрунту), і тому його визначення досить зробити один раз.

Визначення в ґрунті гігроскопічної вологи проводиться з повітряносухого ґрунту, тобто з ґрунту, що не має майже всіх форм води, крім гігроскопічної (насправді в повітряносухому ґрунті, крім гігроскопічної вологи, є хімічно зв'язана вода, але особливого практичного значення вона не має і тому її можна не брати до уваги).

Прилади і матеріали: проби ґрунту, скляні трубки, лійки, фільтрувальний папір.

Хід роботи:

1. Скласти чотири установки для визначення водопроникності ґрунту. Для складання установки потрібно: а) взяти скляну трубку діаметром 3- 4 см і довжиною не менше 25 см; зав'язати один кінець її марлею, спочатку закривши його фільтрувальним папером; б) заповнити трубку на 20 см повітряносухим ґрунтом; для заповнення трубки першого приладу взяти добре оструктурений ґрунт (можна для цього спеціально відсіяти із зразка ґрунту структурні фракції розміром від 1 до 5 мм); другу трубку заповнити безструктурним ґрунтом (можна взяти дрібнозем, відокремлений при відсіванні структурної частини ґрунту); третю трубку заповнити глинистим розпилим ґрунтом (глиною), а четверту – безструктурним піщаним ґрунтом (піском); ґрунт при заповненні ним трубки злегка ущільнюють; в) помістити трубку нижнім зав'язаним кінцем у лійку і закріпити на штативі; г) підставити під лійку стакан або колбу.

2. Налити в усі трубки однакову кількість (близько 50-100 мл) води і зафіксувати час.

3. По потемнінню намокаючої частини ґрунту стежити за проникненням в нього води. Простежити різницю в швидкості проникнення води в різні за структурою і механічним складом ґрунти.

4. Запам'ятати час початку витікання води з різних ґрунтів і порівняти його. Замітити, які ґрунти пропустили крізь себе воду швидше і наскільки (водопроникність).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 17

5. Деякий час дати воді вільно стікати з ґрунту.

6. Виміряти приблизно кількість води, що витекла з ґрунту (водовіддача). Відзначити, які ґрунти мають кращу водовіддачу, а які більше утримують води (водоутримуюча здатність). Результати дослідів записують в таблицю :

Проба №	Кількість взятої води, мл	Час появи першої краплі,	Вода, яка профільтрувалась (водовіддача), мл	Вода, яка залишилася у ґрунті (водо утримуюча здатність), мл

Висновок: проаналізуйте результати виконаної лабораторної роботи; порівняйте водопроникність різних типів ґрунтів.

Контрольні запитання

1. Що таке водопроникність ґрунту?
2. Від чого залежить водопроникність?
3. Яка роль водопроникності для с/г культур?
4. Суть фази вбирання та фази фільтрації.
5. Екологічна роль водопроникності ґрунтів.

Лабораторна робота №5. Визначення якісного складу гумусу

Мета роботи: вивчити методику та визначити якісний склад гумусу.

Теоретичні відомості

Органічна речовина ґрунту представлена живою біомасою, органічними рештками рослин, тварин та мікроорганізмів, продуктами різного ступеня їх розкладання та специфічно новоутвореними гумусовими речовинами (гумусом). Кількість надходження органіки до ґрунту залежить від: ґрунтово-кліматичної зони; видового, вікового складу та щільності рослинності; ступеня та інтенсивності розвитку трав'янистого покриву. *Джерела органічної речовини ґрунту* – зелені рослини (їх надземний опад та кореневі залишки), мікроорганізми та тварини (їх виділення та залишки). Продуктивність рослинності у різних екосистемах неоднакова: від 1-2 т/га в рік сухої речовини в тундрах до 30-35 т/га у вологих тропічних лісах. Під трав'янистою рослинністю основним джерелом гумусу є корені, маса яких у метровому шарі ґрунту складає 8-28 т/га (Степ). Трав'яниста рослинність у зоні хвойних та мішаних лісів (Полісся) накопичує 6-13 т коренів на гектар у метровому шарі ґрунту, під багаторічними сіяними травами – 6-15 т/га; однорічною культурною рослинністю – 3,1-15 т/га органічних решток. Під лісовою рослинністю рослинний опад утворює підстилку, участь коренів у гумусоутворенні незначна.

Джерело утворення гумусу в орних ґрунтах – пожнивні та кореневі залишки культурних рослин та органічні добрива. В агроценозах кількість органічних решток поступається природнім ценозам. Це пов'язано з їх меншою продуктивністю та відчуженням значної частки синтезованої рослинами органічної речовини з врожаєм. Значна роль у гумусоутворенні належить ґрунтовій фауні, яку за розмірами поділяють на чотири групи: мікро-, мезо-, макро-, мегафауну. Причому переважно саме мікро- та мезофауна беруть активну участь у переробці органічної речовини ґрунту, сприяючи цим гумусоутворенню. Загальна біомаса мікроорганізмів у метровому шарі ґрунту складає до 10 т/га (приблизно 0,5-2,5% від маси гумусу), їх залишки становлять біля третини залишків рослин. Біомаса водоростей – 0,5-1 т/га, а біомаса безхребетних – 12,5-15 т/га (більша частина цієї біомаси формується червами).

До складу органічної речовини ґрунту входять :

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 18

- **органічні рештки** – це білки, вуглеводи, лігнін, ліпіди, смоли, дубильні речовини (у мінеральних ґрунтах їх вміст становить не більше 10-15%, лише в торфових та лісових підстилках 50-80%);

- **проміжні продуктів розпаду негумусових речовин органічних решток** (у т.ч. детрит – компонент органічної частини ґрунту, представлений напіврозкладеними, що втратили форму і частково анатомічну будову органічними рештками. Його не можливо відокремити від загальної маси гумусу при визначенні його вмісту в ґрунті);

- **гумусові речовин, або речовин специфічної природи** (системи високомолекулярних азотовмісних органічних сполук, циклічної будови і кислотної та колодної природи, яка зумовлює їх взаємодію з мінеральною частиною ґрунту і закріпленню в ній). **Складаються з гумусових кислот:**

- **гумінових ГК** – темнозбарвлених

- **фульвокислот ФК** – світлозбарвлених

- **гумінів** – нерозчинний залишок (міцно зв'язаний з мінеральною частиною ґрунту комплекс гумінових та фульвокислот);

2. Склад та властивості гумусу

Гумус – це гетерогенна динамічна полідисперсна система високомолекулярних азотистих ароматичних сполук кислотної природи. **Гетерогенність** – наявність різних за стадією гуміфікації, молекулярною масою, хімічним складом, а значить, властивостями компонентів. Уміст гумусу в поверхневих горизонтах ґрунтів – від 0,5 до 20%, різко або поступово зменшуючись з глибиною. Загальність елементарного складу С, О, N, H з вмістом вуглецю 30 до 62 % та азоту 2,5 до 5 % у різних групах і фракціях. Кислотні властивості, обумовлені карбоксильними групами.

ГК – нерозчинна в мінеральних та органічних кислотах група, характеризується складною будовою, високими значеннями молекулярної маси, значним вмістом вуглецю. Переважає у чорноземах, каштанових, сірих лісових та ін. ґрунтах. Елементний склад ГК: С–52-62%, Н–2,8-5,8%, О–31-39%, N– 1,7-5%.

ГК різних типів ґрунтів мають відмінності в ряду від підзолистих ґрунтів до чорноземів: збільшуються відносний вміст С, відношення С:N, частка ядра, оптична щільність, гідрофобність, зменшується розчинність, здатність до пептизації.

ФК – найбільш розчинна група, менш складна за будовою, з нижчою молекулярною масою, ніж ГК, для них властива висока міграційна здатність, підвищена кислотність та здатність до комплексоутворення. Переважає у підзолистих, дерново-підзолистих, сіроземах, красноземах та деяких ґрунтах тропіків. ФК містять менше вуглецю і більше кисню, ніж гумінові. Водні розчини фульвокислот сильно кислі (рН = 2,6-2,8), енергійно руйнують мінеральну частину ґрунту, дуже лабільні.

Гумін – не екстрагується з ґрунту кислотами та лугами (це нерозчинний залишок після екстракції ФК та ГК), найбільш міцно зв'язані з глинистими мінералами.

В залежності від рослинного опаду формується **типи гумусу:**

М'який гумус утворюється під трав'янистою рослинністю, коли залишки рослинності (особливо бобової) розкладаються в товщі ґрунту за наявності зольних елементів (особливо кальцію) і гумус, що утворюється рівномірно розподіляється між мінеральною частиною ґрунту.

Грубий гумус утворюється під шпильковими лісами, коли бідні на білок та зольні елементи, але збагачені на лігнін, воски і смоли деревні рештки розкладаються на поверхні ґрунту за участі грибів з утворенням великої кількості органічних кислот. Кисла реакція уповільнює гуміфікацію і спричиняє вилуговування кальцію.

Вивчення значення різноманітних форм органічних речовин у генезисі і родючості ґрунтів дало основу для їх розподілу окрім вищевикладеного на:

Лабільні гумусові речовини складаються з рослинних решток різного ступеня розкладання, предгумусової фракції (детрит) та рухомих форм гумусових речовин (водорозчинна та слабо закріплена частина мінеральними сполуками частина гумусу). Це

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 19

найефективніше джерело елементів живлення для рослин, оскільки найбільш збалансоване за мікро- і макроелементами. Елементи живлення відносно швидко переходять в засвоюваний стан за швидшої, порівняно із стабільним гумусом мінералізації.

Стабільна частина представлена гумусовими речовинами, міцно закріпленими мінеральними сполуками (гумін, гумати кальцію, гуміново-глинисті комплекси). Це стійка слабо мінералізована частина гумусу, час її повного відновлення сотні і тисячі років. Стабільний гумус – потенційний резерв багатьох елементів живлення, проте найбільше його агрономічне значення у формуванні сприятливих фізичних, водно-фізичних, фізико-механічних та ін. властивостей, протирозійній здатності

Нестача лабільних форм сприяє більшому розкладанню стійкого гумусу, тобто де гуміфікації. Тому систематичне поповнення ґрунту свіжою органічною речовиною, підвищення обсягів та швидкості її колообігу сприяє збереженню основної частини гумусу. Проте, надмірне надходження органіки бідної азотом, може викликати його біологічну мобілізацію за рахунок підвищення мінералізації гумусу ґрунту.

Обладнання: зразки ґрунту, технічні ваги, конічні колби на 100 мл, 250 мл, мірний циліндр, лійки, беззольні фільтри, бюретки, пробірки, штатив для бюретонок та пробірок.

Реактиви: 1) 50% - ний розчин H₂O; 2) 0,01 н КmnO₄; 3) 1н розчин їдкою натрію, ;4) 10% - ний розчин HCl; 5) дистильована вода.

Головні складові частини гумусу мають неоднакову розчинність. Враховуючи це, їх розділяють, екстрагуючи відповідними реактивами. Застосування послідовно водної та лужної витяжок допомагає виділити:

- а) гумусові сполуки, які розчиняються в лугах (гумінові кислоти та їх солі);
- б) гумусові сполуки, які розчиняються у воді (фульвокислоти та їх солі);
- в) гумусові сполуки, які не розчиняються ні у воді, ні в лугах (гумін)

Хід роботи

1. Із зразка гумусового горизонту ґрунту на технічних вагах беруть наважку 50г та переносять у конічну колбу на 250 мл.
2. У колбу додають 100 мл дистильованої води, вміст збовтують, дають відстоятися 3-4 хвилини, ще раз збовтують та знову дають відстоятися
3. Розчин, який відстоявся, через лійку з фільтром відфільтровують у колбу ємкістю 100 см³.
4. У колбу ємкістю 100 см³ наливають 20 см³ водної витяжки, додають 1 куб. см 50% - ної H₂SO₄. У таку саму колбу наливають 20 см³ дистильованої води і також додають 1 см³ H₂SO₄.
5. У колбу з дистильованою водою з бюретки додають сантинормальний (0,01н.) розчин КmnO₄ до появи рожевого забарвлення. Кількість витраченого розчину КmnO₄ заміряють.
6. У колбу з водною витяжкою по краплях додають з бюретки розчин КmnO₄. Перші порції КmnO₄ витрачаються на окислення водорозчинної органічної речовини, і рідина не забарвлюється у рожевий колір. Реакція окислення водорозчинної частини гумусу відбувається за схемою:



Реакція окислення вимагає деякого часу. Для її прискорення колбу з водною витяжкою нагрівають на електричній плитці. Розчин КmnO₄ додають у водну

витяжку до повного окислення органічної речовини, що проявляється у рожевому забарвленні розчину. Необхідно одержати відтінок такої самої інтенсивності, як і в колбі з дистильованою водою. Різницю кількості КmnO₄, витраченої до появи виразного рожевого забарвлення однакових об'ємів водної витяжки та дистильованої води, буде характеризувати кількість водорозчинних форм ґрунтового гумусу.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 20

7. Готують лужну витяжку з ґрунту. У колбу з залишком від водної витяжки додають 100 см³ 1 н розчину їдкою натрію. Колбу кілька разів збовтують та дають відстоятися. Розчинення в цілому займає 20 хв.

8. Відстояний темно-бурий розчин відфільтровують через лійку з фільтром у колбочку ємністю 100 мл.

9. З см³ лужної витяжки переносять у пробірку, куди потім при періодичному струшуванні поступово додають 2-3 см³ 10%-ної НСІ. Через деякий час розчинені у лузі гумінові кислоти коагулюють та у вигляді бурих пластівців випадають на дно пробірки. По кількості пластівців можна судити про кількість гумінових кислот у зразку. Чорна маса, що залишилась на фільтрі та в колбі нерозчиненою у воді та лузі буде гуміном.

Висновок. Опишіть отримані результати. _____

Лабораторна робота №6. Визначення розчинних форм хімічних елементів ґрунту.

Визначення скипання ґрунту

Мета роботи: визначити якісний склад водорозчинних хімічних елементів ґрунту; ознайомитись з методикою визначення скипання ґрунту та визначити скипання ґрунту.

Обладнання: конічні колби на -250 мл, фарфорові чашки, мірні циліндри; водяна баня, сушильна шафа, технічні аналітичні ваги, воронки, пробірки, штатив для пробірок, електрична плитка.

Реактиви: 1) 10 % НСІ; 2) 0,1 н. AgNO₃; 3) 20% ВаС1₂; 4) дифеніламін; 5) 4% (NH₄)₂С₂О₄.

Наявність легко – та середньо розчинних сполук у ґрунті має дуже важливе значення. Вміст легкорозчинних солей у кількості більш ніж 0,25 % свідчить про засоленість ґрунту. Найбільш шкідливими для рослин легкорозчинними солями є: сода (Na₂CO₃), хлориди (NaCl, MgCl₂, CaCl₂) та сульфат натрію (Na₂SO₄). Нітрати, навпаки, підвищують родючість ґрунту. Із середньо розчинних сполук нешкідливими є карбонати кальцію та магнію, сульфат кальцію (гіпс). Шкідливий вплив на рослини має закис заліза, не шкідливими є гідрати оксидів.

Хід роботи

Якісний аналіз водної витяжки. Наважку ґрунту в 25 г поміщають у колбу на 250 мл, приливають 125 мл дистильованої води. П'ять хвилин інтенсивно, круговими рухами перемішують, потім фільтрують через складчастий компактний паперовий фільтр.

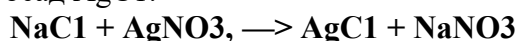
1. Визначення сухого залишку (вмісту легкорозчинних солей). У зважену фарфорову чашку помішають 50 мл водної витяжки, випаровують її на водяній бані, висушують у сушильній шафі при температурі 105°С протягом 3-5 годин. Чашку з залишком зважують і обчислюють вміст сухого залишку (%) за формулою:

$$\% = a \times 10,$$

де а – вага залишку, г,

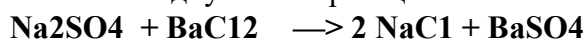
10 – множник перерахунку 50 мл витяжки на 100 ґрунту.

2. Якісне визначення хлоридів. У пробірку поміщають 5 мл витяжки і по краплях додають 0,1 н. розчин азотнокислого срібла (AgNO₃). При наявності хлоридів відбувається реакція і випадає осад AgCl.



Якщо випадає білий пластівчастий осадок – хлориди налічуються в кількості десятих долей процента та більше; якщо спостерігається ясна опалесценція розчину – вміст хлоридів у витяжці складає тисячні долі про-цента.

3. Якісне визначення сульфатів У пробірку поміщають 5 мл водної витяжки, додають декілька крапель соляної кислоти (НСІ) та 2-3 мл 20 % розчину хлористого барію (ВаС1₂). Розчин доводять до кипіння. Відбувається реакція:

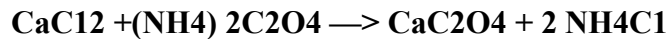


Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 21

Якщо добре помітно білий осад – сульфати складають десяті долі процента; якщо сильно видно білу муть – вміст сульфатів складає тисячні долі процента.

4. Якісне визначення нітратів. У пробірку поміщають 5 мл витяжки і по краплях додають розчин дифеніламіну в сірчаній кислоті. При наявності нітратів розчин забарвлюється в синій колір.

5. Якісне визначення кальцію. У пробірку поміщають 10 мл витяжки, підкислюють 1-2 краплями 10 % HCl, додають 5 мл 4% щавлевокислого амонію. Відбувається реакція:



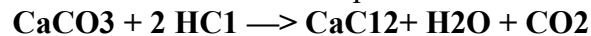
Якщо випадає білий осад – кількість кальцію складає десяті долі та одиниці процента; якщо легке помутніння розчину – кальцій складає соті та тисячні долі процента.

Висновок. Зазначити вплив вмісту легко – та 21рг.21вує21ійних2121их сполук у ґрунті на життєдіяльність рослин _____

Визначення скипання ґрунту

Обладнання: фарфорові чашки, зразки ґрунту, дистильована вода, 5% розчин HCl, хімічні склянки, фарфорові тиглі, технічні ваги, 5 н розчин HCl.

Скипання свідчить про присутність у ґрунті карбонатів (солей вуглекислого кальцію), та руйнуються при взаємодії з кислотою за реакцією:



Вуглекислий газ виділяється з ґрунту у вигляді бульбашок з характерним шипінням, а при невеликій кількості – з потріскуванням.

Хід роботи

Для визначення скипання кладуть пучок ґрунту на годинникове скло або у фарфорову чашку, змочують кількома краплями води та обробляють кількома краплями 5% розчину HCl. Попереднє змочування ґрунту водою необхідне для витискування з нього повітря, яке, виділяючись з потріскуванням, може імітувати незначну кількість карбонатів. Записують результати визначення з вказівкою інтенсивності скипання. Визначають горизонт скипання ґрунту або глибину залягання карбонатів у ґрунтового профілі. У карбонатних горизонтах ґрунту визначають вміст карбонатів. Результати оформити у вигляді таблиці 1:

Таблиця 1

№ /п	Ґрунтовий профіль	Потужність, см	Глибина залягання карбонатів	Особливості хімічної реакції	Вміст карбонатів

Висновок. Висвітлити значення карбонатів для життєдіяльності рослин.

Лабораторна робота №7. Визначення вмісту карбонатів у ґрунті

Обладнання: чашки, зразки ґрунту, дистильована вода, 5 % розчин HCl, хімічні склянки, фарфорові тиглі, технічні ваги, 5 н розчин HCl.

Методи визначення вмісту карбонатів у ґрунті засновані на ваговому, об'ємному та газометричному визначенні CO₂ витиснутого при руйнуванні карбонатів. Найбільш простим і швидким методом є ваговий, заснований на обліку втрати ваги ґрунту за рахунок видалення CO₂ при руйнуванні карбонатів кислотою. Ваговий метод можна застосовувати при вмісті карбонатів від 0 до 70%.

Хід роботи

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 22

1. У хімічну склянку на 25 мл з кришкою або годинниковим склом наливають 7 мл 5 н розчину HCl.

2. На кришку склянки ставлять фарфоровий тигель на 10 мл і зважують на технічних електричних вагах з точністю до 1 мг (P1).

3. У тигель поміщують понад 1г повітряно-сухого ґрунту та вдруге зважують (P2).

4. Обережно переносять ґрунт у склянку, уникаючи втрат за рахунок розбризкування. Щоб уникнути втрати CO₂ органічною речовиною ґрунту, рекомендується до HCl додавати SnCl₂ або FeCl₂.

5. Вміст склянки старанно перемішують повертаючи її двічі. Потім тигель знов ставлять на кришку склянки і через 30 хв. Зважують (P3). Вага CO₂ дорівнює: P2 - P3.

Вміст CaCO₃ розраховують за формулою:

$$X = \frac{(P2-P3) \times 2,27 \times 100 \times K_{H2O}}{P2-P1}$$

де X – кількість CaCO₃, %;

P2 - P1 – наважка ґрунту, г;

P2 – P3 – вага CO₂ у даній наважці, г;

2,27 – коефіцієнт для перерахунку CO₂ на CaCO₃;

KH₂O – коефіцієнт для – перерахунку на сухий ґрунт; 100 – коефіцієнт для перерахунку на 100 г ґрунту.

Висновок.

Лабораторна робота №8. Визначення поглинаючої здатності ґрунту

Мета роботи: визначити і дослідити поглинальну здатність ґрунту.

Здатність твердої фази ґрунту вбирати тверді рідкі і газоподібні речовини називають **вбирною здатністю ґрунту**. ґрунт вбирає речовини з ґрунтового розчину і ґрунтового повітря. Для ґрунтів властиві наступні види вбирання:

Механічне вбирання відбувається під час фільтрації води крізь ґрунт. При цьому пори і капіляри затримують частки, розмір яких більший за діаметр капілярів. Завдяки механічному вбиранню людина одержує чисту воду, а саме явище широко використовують при будівництві штучних фільтрів для очищення води

Молекулярно-сорбційне, або фізичне, вбирання проявляється в тому, що на поверхні колоїдів ґрунту вбираються молекули речовин, які мають полярну будову. Прикладом фізичного вбирання є адсорбція ґрунтом молекул води. Вода, увібрана колоїдами ґрунту називається гігроскопічною. Глинисті ґрунти, які містять в собі велику кількість колоїдних часток, мають високу гігроскопічність піщані, навпаки, є низькогігроскопічними.

Іонно-сорбційне (фізико-хімічне (обмінне), вбирання – здатність ґрунту вбирати на поверхні колоїдних часток іони і обмінювати їх на еквівалентну кількість іонів ґрунтового розчину.

Хімічне вбирання зумовлено утворенням в ґрунтовому розчині важкорозчинних сполук, які випадають в осад. Катіони і аніони які надходять у ґрунт з атмосферними опадами, добривами взаємодіють із солями ґрунтового розчину. У результаті утворюються нерозчинні або важкорозчинні сполуки.

Біологічне вбирання зумовлене здатністю живих організмів, що населяють ґрунт, засвоювати хімічні елементи. Після відмирання організмів засвоєні ними хімічні елементи акумулюються у верхньому шарі ґрунту у складі органічних речовин.

Вбирна здатність ґрунту забезпечує і регулює поживний режим ґрунту, сприяє накопиченню елементів мінерального живлення рослин, формує якісний та кількісний склад ґрунтового розчину.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 23

Від складу і концентрації речовин, розчинених в ґрунтовому розчині, залежить його активна реакція. Реакція ґрунтового розчину зумовлюється наявністю і співвідношенням в ньому водневих (H^+) і гідроксильних (OH^-) іонів. Збільшення концентрації іонів H^+ зумовлює кислу реакцію розчину $[H^+] > 10^{-7}$. Збільшення концентрації основ підвищує концентрацію іонів OH^- . Розчин набуває лужної реакції $[OH^-] > 10^{-7}$. В нейтральних розчинах, в яких $[H^+] = [OH^-]$, величина $pH=7$, в кислих – менше 7, в лужних – більше 7. pH ґрунтових розчинів коливається в межах від 3 до 9.

Залежно від стану іонів H^+ розрізняють актуальну і потенціальну кислотність. **Актуальна** кислотність зумовлена наявністю в ґрунтовому розчині вільних іонів H^+ . Актуальну кислотність (pH) визначають у водних витяжках. **Потенційна** кислотність зумовлена наявністю в ГВК увібраних іонів H^+ і Al^{3+} , які знаходяться в твердій фазі ґрунту. Іони алюмінію підкислюють ґрунтовий розчин внаслідок гідролізу солей алюмінію. За способом визначення потенціальної кислотності виділяють обмінну і гідролітичну кислотності.

Обмінна кислотність обумовлена концентрацією іонів водню, витіснених з дифузного шару колоїдної міцели катіонами нейтральних солей. Для визначення обмінної кислотності використовують 1,0 н. розчин KCl (pH близько 6,0). **Гідролітична** кислотність обумовлена іонами водню, які утримуються колоїдною часткою дуже міцно і при обміні з катіонами нейтральної солі повністю не витісняються. Якщо діяти на ґрунт гідролітично лужною сіллю (солі з сильною основою і слабким кислотним залишком), то відбудеться майже повне витіснення увібраних іонів водню. Для визначення гідролітичної кислотності використовують розчин CH_3COONa . Величина pH сольової витяжки розчину характеризує потенційну кислотність ґрунту. Як правило, pH сольової витяжки нижче pH водної витяжки. Знання pH сольової витяжки має важливе значення для вирішення питань вапнування ґрунтів, застосування добрив.

Колоїди ґрунту, маючи велику загальну поверхню і високу поверхневу енергію, здатні вбирати й обмінювати різні хімічні речовини. Катіони розчину називаються увібраними або обмінними, а їх загальна кількість – **ємністю вбирання**. Переважно це іони Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , H^+ , K^+ , NH_4^+ , Al^{3+} . За

винятком H^+ і Al^{3+} їх називають **увібраними основами**, а відношення їх загальної кількості до ємності вбирання – **ступенем насичення основами (V)**. Склад і кількість увібраних катіонів впливають на фізичні і хімічні властивості ґрунтів. Суму увібраних основ визначають для характеристики ґрунту з метою встановлення ступеня насиченості основами, який є одним з показників необхідності хімічної меліорації кислих ґрунтів – вапнування. Із врахуванням показників ступеня насичення основами дається більш точна й

об'єктивна оцінка кислотності й потреби ґрунту у вапнуванні, тому що при однаковій pH рослини сильніше страждають від кислотності на ґрунтах менш насичених основами. ґрунти, в яких $V < 75\%$ вважаються ненасиченими й потребують вапнування. Сума увібраних основ дає уявлення про величину ГВК і його якісну характеристику. Зокрема, в кислих ґрунтах частина місць у ГВК заміщена іонами H^+ і Al^{3+} . Отже, відношення суми увібраних основ (S) до ємності вбирання ($S+H$) характеризує ступінь насичення основами (V) ґрунту і показує, яку частину ємності вбирання займають увібрані основи і яка гідролітична кислотність (H).

Обладнання: зразки ґрунтів, розтерті та просіяні крізь сито з отворами 1 мм: піщаного (супіщаного), дерново-підзолистого і суглинистого (глинистого) чорнозему, штативи, лійки, колби, фільтри.

Реактиви: 1) 1 н розчин KCl ; 2) 1 н розчин $(NH_4)_2CO_3$; 3) 0,1 н розчин HCl ; 4) 4%- ний розчин $(NH_4)_2C_2O_4$; 5) 5%- ний розчин $BaCl_2$.

Хід роботи

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 24

Визначення фізико-хімічної поглинальної здатності. На штативах закріплюють скляні лійки з паперовими фільтрами. Під лійки ставлять пробірки. У першу лійку з фільтром насипають до ½ об'єму супіщаний ґрунт,

У другу – суглинистий. Пропускають крізь зразки ґрунтів невеликими порціями дистильовану воду доти, доки не набереться фільтрату до 1/3 об'єму пробірок.

Додають у пробірки по 3 мл 4% - ного розчину $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$. При наявності кальцію у фільтраті з'явиться біла муть або осадок. Як правило, коли обробляють ґрунт дистильованою водою, у фільтраті кальцію не виявляється (можливе слабе помутніння).

Ці самі зразки ґрунту обробляють 0,1н HCl по краплях, поки не набереться фільтрату до 1/3 об'єму пробірок. Повторюють реакцію на кальцій. У фільтраті варіанту з суглинистим ґрунтом випадає білий осад, а у фільтраті піщаного ґрунту осаду не буде, лише сліди.

Визначення хімічної поглинальної здатності. На штативі устанавлюють 2 пробірки. У першу з них вставляють лійку з паперовим фільтром і насипають до ½ об'єму суглинистого ґрунту та доливають по краплях $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ поки не набереться фільтрату 1/3 об'єму пробірки. Другу пробірку наповнюють до 1/3 об'єму 1 н $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. І в першу і в другу пробірки додають по 3 мл 5% - ний розчин BaCl_2 . У присутності іонів CO_3 утворюється осад BaCO_3 . У пробірках виявляються різна кількість осаду.

Визначення фізичної поглинальної здатності. У скляні лійки, які закріплені у залізних штативах, поміщають наважки у 25 г піску та суглинку. Крізь приготовані зрізки фільтрують будь-який молекулярний розчин з добре забарвленою речовиною. Найбільше підходить для цього рідкий розчин анілінових фіолетових чорнил.

У залежності від величини так званої поверхневої енергії, що зумовлена в основному мірою дисперсності кожного зразка, відбувається поглинання молекул. Інтенсивність поглинання виявляється у знебарвленні фільтрату. Колір фільтрату кожного зразка записують, роблять висновки, в якому зразку ґрунту більш енергійно виявляється поглинання молекул.

Визначення механічної поглинальної здатності. На залізних штативах закріплюють 2 скляні лійки діаметром близько 8 см. У фарфоровій ступці розтирають суглинковий ґрунт, з якого на технічних вагах зважують наважку у 30 г і поміщають в лійці. У другу лійку кладуть таку саму наважку піщаного ґрунту або піску. Щоб уникнути висипаних матеріалів, в обидві лійки попередньо поміщають гравелинки, які закривають більшу частину вихідного отвору лійки. Крізь суглинисту та піщану масу фільтрують завчасно приготовану глинисту суспензію. Фільтрат, одержаний після проходження крізь першу та другу лійки, буде мати різну прозорість в залежності від здатності ґрунту затримувати частки глинистої суспензії.

Висновок. Опишіть отримані результати:.....

Лабораторна робота №9. Одержання та аналіз водної витяжки

Основні процеси ґрунтоутворення відбуваються лише при наявності вільної води. Ґрунтова волога є тим середовищем, в якому відбуваються, процеси синтезу і розкладання органічної речовини, міграція і акумуляція хімічних елементів, різноманітні хімічні реакції, коагуляція, пептизація тощо. Багато речовин міститься у воді в розчиненому стані. Тому ґрунтову вологу називають ґрунтовим розчином. Ґрунтовий розчин – найактивніша частина ґрунту. Він постійно перебуває в стані динамічної рівноваги з твердою фазою і повітрям ґрунту а тому відіграє вирішальну роль у ґрунтоутворенні та живленні рослин.

Водна витяжка дає уявлення про кількість легкорозчинних органічних і мінеральних речовин в ґрунті. Вона тісно пов'язана з динамікою поживних речовин в ґрунті і обумовлює наявність у ґрунтовому розчині як необхідних,

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 25

Прилади і матеріали: повітряно-сухий ґрунт, просіяний через сито з отворами 1 мм, конічні колби на 500-1000 мл, вата, фільтрувальний папір, толуол.

Хід роботи

Одержання водної витяжки

1. На хіміко-технічних вагах зважують від 50 до 100 г повітряно-сухого ґрунту, просіяного через сито з отворами 1 мм, його переносять в конічну колбу на 500-1000 мл і заливають п'ятикратною кількістю прокип'яченої води (вільної від CO₂).

2. Пробу збовтують 3 хв. І фільтрують через ватний фільтр. Перші порції, як правило, каламутні і їх фільтрують знову. Фільтрат збирають в суху колбу. Важкофільтровані і каламутні порції фільтруються під малим вакуумом.

3. Витяжку фільтрують через щільний паперовий фільтр. Щоб фільтрат був прозорим, на фільтр кладуть частину ґрунту. Якщо перші порції фільтрату будуть мутні, то їх слід знову вилити на фільтр. Для аналізу беруть тільки прозорий фільтрат. Якщо водна витяжка не аналізується відразу, то до неї додають 3-4 краплі толуолу для консервування, закривають пробкою і зберігають у холодильнику.

Визначення загальної суми водорозчинних речовин ваговим методом (сухий залишок водної витяжки).

1. У попередньовисушену і зважену фарфорову чашку наливають 50-100 мл водної витяжки і випаровують на водяній бані до одержання сухого залишку.

2. Потім чашку ззовні протирають і ставлять в сушильну шафу, висушують при 105°C до постійної ваги, охолоджують в ексикаторі і зважують. Вміст сухих речовин вираховують за формулою:

$$X = \frac{(a-b) \cdot 100}{m}$$

де a – вага чашки з сухим залишком, г;

b – вага чашки, г;

m – вага абсолютно сухого ґрунту, що відповідає об'єму витяжки, взятої для випаровування, г;

100 – для перерахунку результатів аналізу в %.

Сухий залишок, одержаний з водної витяжки, дає змогу судити про загальний вміст водорозчинних органічних і мінеральних речовин в ґрунті. У незасолених ґрунтах його вміст коливається в межах від 0,01 до 0,30 %, у засолених – понад 0,30%.

Визначення прожареного залишку водної витяжки

Прожарювання залишку дає змогу судити про кількість водорозчинних мінеральних солей і ступінь мінералізації водної витяжки.

1. Висушений і зважений сухий залишок прожарюється при 600°C протягом 10-15 хв. Якщо за цей час залишок не побіліє, проба охолоджується і змочується кількома краплями води, випаровується на водяній бані і знову прожарюється. Якщо і при цій обробці залишок не побіліє, його розчиняють у невеликій кількості теплої води і фільтрують через невеликий фільтр. Фільтрат випаровують в чашці на водяній бані до сухого залишку.

2. Залишок прожарюють при 600°C до постійної ваги. Потім охолоджують в ексикаторі і зважують.

3. Вміст прожареного залишку вираховують за формулою:

$$X = \frac{a \cdot 100}{c}$$

де a – вага прожареного залишку, г;

c – вага абсолютно сухого ґрунту, з якого одержано фільтрат, г

Висновок: результати лабораторної роботи, враховуючи вміст водорозчинних органічних і мінеральних речовин у ґрунті та ступінь мінералізації водної витяжки.

Контрольні запитання

1. Ґрунтовий розчин, методи його визначення.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 26

2. Що являє собою водна витяжка?
3. З якою метою виконується аналіз водної витяжки?

Лабораторна робота №10. Визначення обмінної кислотності ґрунту

Метод Дайкухара

При взаємодії ґрунту з розчином КС1 з вбирним комплексом ґрунту в розчин переходить іон Н⁺ і утворює в ньому еквівалентну кількість НС1, яка відтитровується лугом NaOH.

Прилади і матеріали: повітряно-сухий ґрунт, просіяний через сито з отворами 1 мм, колби на 200, 250 мл, 1 н. розчин НС1, фільтрувальний папір, лійки, фенолфталеїн.

Хід роботи

1. 40 г повітряно-сухого ґрунту просівають через сито з розмірами отворів 1 мм, переносять в колбу на 200-250 мл. Ґрунт заливають 100 мл 1 н. розчину КС1 (з рН 5,6-6,0) і збовтують протягом 1 год. Суспензія фільтрується спочатку через фільтр по можливості без ґрунту, а під кінець фільтрування на фільтр переноситься весь ґрунт.

2. З перших порцій фільтрату беруть 25 мл і переносять в колбу на 250 мл. До фільтрату додають 2-3 краплі розчину фенолфталеїну і проводять титрування 0,01 н. розчином NaOH до появи рожевого забарвлення, що не зникає протягом однієї хвилини.

3. За кількістю розчину NaOH, що витрачено на титрування, вираховують обмінну кислотність в мг-екв. На 100 мг ґрунту за формулою:

$$K = 100 \cdot 4 \cdot a \cdot h \cdot 1,75$$

де К – кислотність обмінна, м-екв/100 г ґрунту

а- кількість розчину NaOH, витраченого на титрування витяжки, мл; h – концентрація луку; с – наважка;

100 – коефіцієнт для перерахунку на 100 г ґрунту

4 – коефіцієнт переводу титрованої проби на весь об'єм фільтрату;

1,75 – коефіцієнт перерахунку на повну обмінну кислотність.

Висновок: за одержаними даними проаналізуйте зразок ґрунту. Дайте оцінку кислотності ґрунту.

Контрольні запитання

1. В чому полягає метод визначення обмінної кислотності?
2. Які є методи визначення кислотності ґрунтів?
3. Перерахуйте групи ґрунтів за ступенем кислотності.

Лабораторна робота №11. Визначення суми ввібраних (обмінних) основ

За методом Каппена-Гільковіца

Прилади і матеріали: повітряно-сухий ґрунт; 0,1н. розчин НС1; 0,1 н. NaOH; фенолфталеїн.

Хід роботи:

Принцип методу ґрунтується на витісненні увібраних основ воднем 0,1н. розчином НС1:



Кількість обмінних основ, що перейшли в розчин, визначають за різницею між кількістю кислоти, взятої на приготування витяжки і залишком її в розчин який враховують титруванням лугом такої самої концентрації. Метод придатний для безкарбонатних ґрунтів.

1. 20 г сухого повітряного ґрунту перенести у хімічну пляшку, прилити піпеткою 100 мл 0,1 н. НС1, збовтувати протягом 1 год. Та відфільтрувати.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 27

2. Взяти піпеткою 25 мл фільтрату в колбу, додати 3 краплі фенолфталеїну і титрувати 0,1 н. NaOH до появи блідо-рожевого забарвлення, яке не зникає протягом хвилини.

3. Паралельно виконати холосте визначення – 25 мл 0,1 н. HCl відтитрувати 0,1 н. NaOH. Суму увібраних основ (S) обчислювати в м-екв на 100 г ґрунту за формулою:

$$S = (a - b) \cdot 4 \cdot 100 / c, \text{ м-екв на } 100 \text{ г ґрунту};$$

де a, b – кількість 0,1 н. NaOH, що пішла на титрування відповідно холостого й при визначенні в ґрунті;

4 – коефіцієнт для перерахунку на весь об'єм розчину, долито в ґрунт;

100 – для перерахунку на 100 г ґрунту;

n – нормальність NaOH; c

– наважка ґрунту, г.

Ступінь насичення основами обчислюють за формулою:

$$V = S \cdot 100 / (S + H), \%$$

де, S – суми увібраних основ H

– гідролітична кислотність

Висновок: проаналізуйте результати досліду та оцініть його с/г придатність для вирощування рослин.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення кислотності ґрунту.
2. Види і форми кислотності.
3. В яких одиницях виражають величину активної, обмінної і гідролітичної кислотності?

Лабораторна робота №12. Відбір зразків ґрунту для визначення рівнів фізичної деградації. Визначення та екологічне обґрунтування критеріїв фізичної деградації ґрунту.

Матеріали та обладнання: ґрунтові циліндри, ґрунтовий бур, лінійка, ґрунтовий ніж, лопата, б'юкси, ящики для циліндрів і б'юксів.

Виконання роботи.

1. Перед виходом у поле циліндри нумерують та зважують, виміряють діаметр та висоту для розрахунку об'єму циліндра (V) за формулою:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} H$$

де π - 3,14;

D – діаметр циліндра, см;

H – висота циліндра, см

2. У полі циліндр з'єднують із штангою бура вертикально вдавлюють його у ґрунт з одночасним обертанням за часовою стрілкою на глибину, яка відповідає висоті циліндра (10 см).

3. Продовжуючи обертати бур виймають із ґрунту, знімають наповнений ґрунтом циліндр із штанги бура, закривають циліндр кришками і ставлять у ящик.

4. Аналогічним чином відбирають зразки ґрунту із більш глибоких шарів, використовуючи при цьому ту ж саму свердловину

5. Після кожного наповнення циліндра ґрунтом, нижню частину циліндра зачищають ножем і лише тоді циліндр закривають кришками.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 28

6. Одночасно із наповненням циліндра ґрунтом на відповідних глибинах з допомогою лопати і ножа відбирають проби ґрунту для визначення його вологості. Для цього ґрунт насипають у б'юкси, попередньо зважені і пронумеровані. Повторність відбору ґрунту на його вологість 3-х разова для кожного горизонту. Після наповнення циліндрів їх доставляють у лабораторію для визначення його будови.

Порядок виконання роботи оформляється у робочому зошиті у вигляді таблиці:

Шар ґрунту, см	№ циліндра	Вага порожнього циліндра, гр	№ б'юкса	Вага порожнього б'юкса, г	Примітка
1	2	3	4	5	6

II. Достовірним критерієм оцінки фізичного стану ґрунту є показник його фізичної будови. Під фізичною будовою ґрунту слід розуміти співвідношення об'ємів, які займають тверда фаза ґрунту і різні види ґрунтових пор. Будова визначається взаємним розміщенням ґрунтових комочків і частинок, які у свою чергу залежать від механічного складу ґрунту, його структури, діяльності ґрунтової фауни, антропогенного впливу на ґрунт. Найбільш об'єктивно фізична будова ґрунту може бути виражена через показник щільності складення, під яким розуміють співвідношення маси абсолютно сухого ґрунту у непорушеному стані до одиниці об'єму, який він займає. При фізичній деградації порушується його будова, ґрунт ущільнюється, погіршується повітрообмін, докорінним чином змінюється співвідношення у ньому некапілярних та капілярних ґрунтових пор. Такі зміни призводять до гальмування діяльності ґрунтової фауни, від якої залежать процеси гумусоутворення, порушення водно-повітряного режиму і, як наслідок, розвитку процесів гігоморфізму та небажаних змін у складі ґрунтового вбирного комплексу.

Актуальність проблеми фізичної деградації ґрунтів пояснюється тим, що фізичні показники ґрунту є найбільш вразливими. На відміну від інших показників вони найбільш легко і швидко порушуються (як правило у небажаному напрямку) і у тей же час важко і тривалий час піддаються відновленню. Негативні наслідки фізичної деградації не можна компенсувати іншими заходами, на відміну від хімічної та біологічної видів деградацій. І саме головне, що зміна фізичних показників ґрунту «тягне» за собою весь комплекс небажаних змін хімічного та біологічного спрямування.

Хід роботи

1. В лабораторії доставлені із поля циліндри із ґрунтом втирають насухо, зважують із точністю до 0,01 г і виставляють у спеціальні ванночки для капілярного насичення ґрунту водою.

2. Шляхом періодичного зважування циліндрів встановлюють момент їх повного капілярного насичення водою. При цьому розходження у масі циліндрів після контрольної сушки не повинні перевищувати 0,05 г.

3. Після повного капілярного насичення ґрунту водою і контрольного зважування частину ґрунту із циліндра (приблизно 15-20 г) набирають у б'юкси для визначення вологості ґрунту після капілярного його насичення. Перед наповненням б'юксів ґрунтом їх мийуть, висушують і зважують (тарують) з точністю до 0,01 г.

4. Б'юкси із набраним ґрунтом виставляють у сушильну шафу для повного його висушування при температурі 105 град.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 29

5. Шляхом періодичного зважування б'юксів у процесі їх сушки встановлюють момент їх повного висушування. При цьому розходження у масі б'юксів після їх контрольного зважування не повинні перевищувати 0,05 г.

6. Після висушування ґрунту б'юкси виймають із сушильної шафи, закривають кришками і виставляють у ексікатор для охолодження.

7. Після охолодження б'юкси із всушеним ґрунтом остаточно зважують з точністю до 0,01 г і приступють до розрахунку параметрів його фізичної будови.

Послідовність розрахунків

1. **Об'єм зразка ґрунту у циліндрі (V):**

$$V = \frac{\pi D^2}{4} H \text{ (см}^3\text{)}$$

D – діаметр циліндра, см;

H – висота циліндра, см;

π – 3,14.

2. **Капілярна вологість ґрунту: (W_k)**

$$W_k = \frac{b_2 - b_3}{b_3 - b_1} 100$$

де b_1 – маса (тара) б'юкса, г;

b_2 – маса б'юкса із сирим ґрунтом, г;

b_3 – маса б'юкса із сухим ґрунтом, г.

3. **Маса абсолютно сухого ґрунту у циліндрі (B_3) таким чином:**

$$B_3 = \frac{(B_2 - B_1)(b_3 - b_1)}{b_2 - b_1} \text{ (г)}$$

де B_1 – маса порожнього циліндра (тара), г;

B_2 – маса циліндра з ґрунтом після його насичення, г.

4. **Об'єм пор капілярного розміру** – дорівнює масі води у ґрунті, після капілярного насичення, оскільки маса 1 см³ води при 4°C дорівнює 1 г.:

$$V_4 = B_2 - B_3 - B_1 \text{ (см}^3\text{)}$$

або у процентах від об'єму ґрунту (V_1)

$$V_1 = \frac{V_4}{V} 100 \text{ (%)}$$

5. **Об'єм твердої фази ґрунту (V_2)** дорівнює частці від ділення маси абсолютно сухого ґрунту в циліндрі (B_3) на щільність твердої фази ґрунту (d):

$$V_2 = \frac{B_3}{d} \text{ (см}^3\text{)}$$

6. **Пористість ґрунту загальна (V_3)** – різниця між об'ємом ґрунту (V) і об'ємом його твердої фази (V_2)

$$V_3 = V - V_2 \text{ (см}^3\text{)}$$

або в процентах від об'єму ґрунту:

$$V_3 = \frac{V - V_2}{V} 100 \text{ (%)}$$

7. **Пористість некапілярна (V_4)** – різниця між загальною (V_3) і капілярною (V_1)

$$V_4 = V_3 - V_1 \text{ (в \% або см}^3\text{)}$$

8. **Щільність складення ґрунту (m)** – відношення маси абсолютно сухого ґрунту в непорушеному стані (B_3) до об'єму, який він займає (V):

$$m = \frac{B_3}{V} \text{ (г/см}^3\text{)}$$

Висновок. Після проведення розрахунків дається екологічне обґрунтування і аналіз фактичної будови ґрунту, виходячи із параметрів оптимальної для розвитку рослин показників:

щільність складення – 1,0 – 1,2;

пористість загальна – 55 – 60 % від загального об'єму ґрунту;

співвідношення некапілярної пористості до капілярної у межах від 1:1 до 1:3.

Запитання для контролю рівня знань

1. У чому полягає відмінність між поняттями фізичної та генетичної будови ґрунту?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 30

2. У чому проявляються ознаки фізичної деградації ґрунту?
3. Основні причини фізичної деградації ґрунтів.
4. Який показник фізичного стану ґрунту найбільш повно характеризує ступінь його деградації і чому?
5. Які характеристики та властивості ґрунту визначають його здатність до деградаційних процесів?
6. Роль капілярних і некапілярних пор ґрунту у функцію ванні ґрунтових екосистем?
7. Які існують заходи по запобіганню фізичної деградації ґрунтів?

Лабораторна робота №13. Екологічне обґрунтування нормативних навантажень засобів хімізації в агроландшафтах

Важливим чинником появи деградаційних процесів в ґрунтах є ненормоване застосування засобів хімізації і у першу чергу мінеральних добрив. Для запобігання негативних процесів ґрунтоутворення та забруднення елементів біосфери хімічними елементами техногенного походження необхідне чітке нормування їх навантажень на ґрунт, яке ґрунтується на розрахунковому методі визначення норм їх внесення в культурних фітоценозах. В основі такого розрахунку лежить застосування таких нормативних показників:

- винос хімічних (біогенних) елементів одиницею біомаси рослин із ґрунту;
- коефіцієнт використання біогенних елементів рослинами із ґрунту;
- коефіцієнт використання біогенних елементів рослинами із хімічних засобів (добрив), які вносяться в ґрунт.

Вказані нормативні показники встановлюються на основі результатів багаторічних польових наукових досліджень із різними с.-г. культурами. При цьому використовується експериментальний матеріал, одержаний як у короткострокових, так і у стаціонарних польових багаторічних експериментах з урахуванням:

- ґрунтових відмінностей окремого регіону;
- природних та кліматичних особливостей регіону;
- типу культурних угідь.

Хід роботи

1. Ознайомлення із методологією розрахунку нормативних показників.

Вихідні дані для розрахунків:

- урожай основної та побічної продукції, приведений до стандартної або природної вологості;
- вміст абсолютно сухої речовини у основній та побічній продукції (у відсотках);
- вміст хімічного елемента у біомасі рослин (азот, фосфор, калій) у відсотках від абсолютно сухої речовини;
- результати хіманалізу на вміст доступних г фосфору та калію у розрахунковому (орному) шарі ґрунту, м г/100г ґрунту;
- потужність розрахункового шару ґрунту, см;
- щільність складення ґрунту, г/см².

Розрахунок виносу хімічних елементів урожаєм культури.

Для розрахунку виносу елементів урожаєм попередньо розраховується винос кожного хімічного елемента (N, P, K) основною та побічною продукцією урожаю. Винос окремого елемента урожаєм основної продукції (V₀) визначається за формулою:

$$V_0 = \frac{V_0 K_0}{100}, \quad (1)$$

де V₀ – збір абсолютно сухої речовини основної продукції, цт/га;

K₀ – вміст елемента в абсолютно сухій речовині основної продукції, %

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 31

За аналогічною формулою визначається винос окремого елемента урожаєм побічної продукції (Вп). Після розрахунку виносу кожного окремого елемента урожаєм основною та побічною продукцією визначається господарський винос елемента урожаєм (Вг):

$$\mathbf{Вг = Во+Вп, \text{ кг/га,} \quad (2)}$$

де: Во – винос елемента урожаєм основної продукції, кг/га;

Вп – те ж урожаєм побічної продукції, кг/га.

Нормативний винос елемента (Вн) розраховується на одержання 1 тони основної продукції з урахуванням кількості побічної за формулою:

$$\mathbf{Вн = \frac{Вг \cdot 10}{V_0}, \quad (3)}$$

де: Вн – нормативний винос елемента, кг/т;

Вг – господарський винос, кг/га;

V₀ – урожай основної продукції, ц/га.

Розрахунок коефіцієнтів використання хімічних елементів рослинами із хімічних засобів (добрив)

Для розрахунку коефіцієнту використання елемента рослинами із добрив необхідно знати господарські виноси елемента рослинами на варіанті із застосуванням мінеральних добрив і на варіанті без застосування мінеральних добрив (на контролі). Розрахунок здійснюється за формулою:

$$\mathbf{КВД = \frac{В_{гд.} - В_{гк.}}{Д} \cdot 100, \quad (4)}$$

де КВД – коефіцієнт використання із добрив, %;

В_{гд.} - господарський винос елемента рослинами при застосуванні добрив, кг/га;

В_{гк.} – те ж без застосування добрив, кг/га;

Д – норма мінерального добрива у діючій речовині, цнт/га.

Розрахунок коефіцієнтів використання хімічних елементів рослинами із ґрунту.

Розрахунок коефіцієнтів використання елементів рослинами із ґрунту здійснюється за даними урожайності культури без застосування добрив. Вихідною інформацією для розрахунків повинна бути:

- урожай основної продукції рослин;
- вміст поживного елемента в ґрунті;
- розрахункова глибина шару ґрунту;
- щільність складення ґрунту;
- господарський винос елемента урожаєм.

Визначення розпочинається із розрахунку запасу доступного для рослин елемента у розрахунковому (кореневмісному) шарі ґрунту за формулою:

$$\mathbf{П = \frac{a \cdot H \cdot m}{10}, \quad (5)}$$

де П – запас елемента живлення у розрахунковому шарі ґрунту, кг/га;

a – вміст доступного для рослин елемента живлення в ґрунті, мг/100 г. ґрунту;

H - глибина розрахункового шару ґрунту, см;

m – щільність складення розрахункового шару ґрунту, мг./см³.

Наступним етапом розрахунку є визначення коефіцієнту використання елемента живлення рослинами із ґрунту:

$$\mathbf{КВГ = \frac{Вг}{П} \cdot 100, \quad (6)}$$

де КВГ – коефіцієнт використання хімічного елемента рослиною із ґрунту, %;

Вг – господарський винос елемента урожаєм, кг/га;

П – запас доступного для рослин елемента у розрахунковому шарі ґрунту, кг/га.

2. Балансовий розрахунок з екологічного нормування хімічних добрив на посівах сільськогосподарської культури.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 32

Для проведення розрахунків студент використовує довідковий матеріал, наведений у додатку (таблицях 2 – 5) та одержує від викладача індивідуальні завдання, які містять наступну вихідну інформацію:

- запланована для вирощування с.-г. культура;
- запланована урожайність культури;
- потужність орного шару ґрунту;
- щільність складення ґрунту;
- вміст поживних хімічних елементів у ґрунті;
- вид системи удобрення культури;
- види мінеральних добрив, які будуть внесені під культуру.

Розрахунки оформляються у формі зведеної таблиці 1.

Таблиця 1

Зведений балансовий розрахунок норм добрив під (назва культури)

№ з/п	Показник	Од. виміру	Елементи живлення		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Сільськогосподарська культура				
2	Запланована урожайність				
3	Нормативний винос елементів урожаєм	кг/ц			
4	Загальний винос урожаєм	кг/га			
5	Вміст елементу в орному шарі ґрунту	мг/100г			
6	Запаси елементу в орному шарі ґрунту	кг/га			
7	Використання елементу із ґрунт. Запасів	%			
8	Буде використано елементу із ґрунту	кг/га			
9	Необхідно довести елементу з добривами	кг/га			
10	Буде внесено органічних добрив	тон/га			
11	Вміст елементів в органічних добривах	%	0,5	0,26	0,6
12	Загальний вміст елементів в 32гр..добривах	кг			
13	Коефіцієнт використання елементів рослиною із органічних добрив	%			
14	Буде використано із органічних добрив	кг/га			
15	Буде використано рослинами елементів із ґрунту та органічних добрив разом	кг/га			
16	Необхідно довести елементів у формі мінеральних добрив	кг/га			
17	Коефіцієнт використання елементів рослиною із мінеральних добрив	%			
18	Необхідно внести елементів у формі мін. Добрив з врахуванням КВД	кг/га			
19	Вид мін. добрив, які плануються внести	--			
20	Вміст діючої речовини у мін. Добриві	%			
21	Кількість мінеральн. добрив які необхідно внести у фізичній вазі	цнт/га			

Додатки

Таблиця 2

Нормативні виноси елементів живлення сільськогосподарськими культурами

Сільськогосподарська культура	Основна продукція	Винос, кг/тону		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озима пшениця	зерно	30	13	25

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 33

Озиме жито	те ж	35	12	25
ячмінь	«	25	11	22
Овес	«	33	14	29
кукурудза	«	34	12	37
Цукровий буряк	коренеплоди	5,9	1,8	7,5
Кормовий буряк	коренеплоди	4,9	1,5	6,7
картопля	бульби	6,2	2,2	9,5

Таблиця 3

Коефіцієнти використання фосфору та калію рослинами із ґрунту, %

Культура	Ґрунт			
	дерново-підзолисті		сірі лісові	
	фосфор	калій	фосфор	калій
Зернові, баг. та однор. Трави	5	10	8	12
Кукурудза на зерно	-	-	10	30
Кукурудза на силос	5	20	8	25
Лен	3	5	-	-
Картопля	7	20	10	25

Таблиця 4

Використання елементів живлення рослинами із органічних добрив, %

Культура	Азот	Фосфор	Калій
Озимі зернові	20...25	10...20	20...30
Картопля	25...30	15...20	50...60
Коренеплоди	30...40	15...20	60...70

Таблиця 5

Коефіцієнти використання елементів живлення рослинами із мінеральних добрив, %

Культура	Азот	Фосфор	Калій
Ярі зернові	40...50	20...25	30...40
Озимі зернові	40...50	20...25	30...40
Льон	30...40	10...15	25...35
Картопля	40...50	15...20	50...60
Кормові коренеплоди	50...60	20...25	50...60
Багаторічні трави (бобові)	-	15...20	25...30

Контрольні запитання

1. Якими обставинами викликана екологічна доцільність нормування засобів хімізації в агроландшафтах?
2. Висвітлити залежність величини КВГ із показниками та властивостями ґрунту.
3. Висвітлити залежність величини КВГ із погодно-кліматичними та умовами.
4. Висвітлити залежність величини КВД із погодно-кліматичними та едафічними умовами.
5. У чому полягає різниця між нормативним та господарським виносом поживних речовин с.-г. культурами?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 34

Лабораторна робота №14. Нормування екологічного стану ґрунтів на основі прогнозованої оцінки гумусового балансу у системі фітоценоз – ґрунт

Вміст гумусу в ґрунті слугує інтегральним показником екологічного стану ґрунтового рокириву. Цей показник визначає цідий ряд ґрунтових режимів і процесів від яких залежать умови функціонування та здатність (буферність) ґрунту протистояти негативному впливові антропогенних навантажень, тобто екологічну стійкість ґрунту. В системі фітоценоз-ґрунт втрати гумусу в природних умовах відбувається за рахунок його мінералізації та вимивання у процесі водної ерозії Масштаби таких втрат визначаються умовами використання ґрунту (в культурних агроландшафтах) , його рельєфом та механічним складом. Джерелом поповнення гумусу в ґрунті є певна кількість кореневої системи та надземної біомаси рослин.

Розрахунок величини гумусоутворення за цією статтею надходження здійснюється за коефіцієнтом гуміфікації. У системі агроландшафтів позитивною статтею у балансі гумусу можуть бути органічні добрива при умові їхнього застосування. За результатами втрат і накопичення гумусу складається його баланс по кожному окремому полю

Для виконання роботи кожен студент одержує індивідуальне завдання в осрові якого покладена інформація про тип ґрунту, його змитість, вміст гумусу, щільність скелету та щільність складення, глибину гумусового шару, прийняту систему удобрення культур в сівозміні, набір та урожайність культур.

Методи розрахунку балансу гумусу в ґрунті.

У ґрунтознавстві баланс гумусу визначають як різницю між кількістю його утворення у ґрунті і втрат за певний період (за ротацію сівозміни). Баланс може бути трьох типів.

- 1. Бездефіцитний** — втрати гумусу поновлюються його новоутворенням.
- 2. Позитивний (активний)** — приріст кількості гумусу перевищує його втрати.
- 3. Негативний (пасивний, дефіцитний)** — втрати гумусу перевищують його новоутворення.

Баланс гумусу у ґрунті слід розраховувати для сівозміни за формулою:

$$БГ = \frac{P_1 + P_2}{L} - \frac{P}{L}$$

де БГ — середньорічний баланс гумусу у ґрунті на одному гектарі за ротацію сівозміни, т/га:

P_1 — сума новоутвореного гумусу у ґрунті за ротацію сівозміни за рахунок рослинних решток, т/га;

P_2 — кількість новоутвореного гумусу у ґрунті за ротацію сівозміни за рахунок органічних добрив, т/га;

P — загальна кількість гумусу, який мінералізується за ротацію сівозміни, т/га;

L — тривалість ротації сівозміни, років.

Збільшення вмісту гумусу у ґрунті за ротацію сівозміни за рахунок використання гною (P_2) встановлюється шляхом множення кількості сухої речовини гною внесеного у ґрунт за ротацію сівозміни на коефіцієнт його гуміфікації (K). Формула розрахунку має вигляд:

$$P_2 = H \cdot 0,25 \cdot K,$$

де P_2 – збільшення вмісту гумусу у ґрунті за рахунок внесення гною, т/га;

H – кількість внесеного гною за ротацію сівозміни, т/га;

0,25 — коефіцієнт перерахунку на суху речовину;

K – коефіцієнт гуміфікації гною.

Для розрахунку кількості новоутвореного гумусу з рослинних решток (P_1) користуються відповідними коефіцієнтами гуміфікації рослинних решток і гною у ґрунті. Ці коефіцієнти показують, яка кількість гумусу утворюється із рослинних решток та гною що розкладаються.

Вихідні дані для виконання роботи (надається викладачем):

- тип, вид та схему сівозміни;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 35

- урожайність культур в сівозміні;
- вид системи удобрення в сівозміні та фактична порма органічних добрив;
- змитість ґрунту;
- потужність та щільність складення орного шару ґрунту;
- вміст гумусу в ґрунті.

Нормативні показники для проведення необхідних розрахунків наведені у додатку (таблиці 1 – 5).

Хід роботи

1. Визначаються існуючі запаси гумусу в ґрунті

Існуючі (вихідні) запаси гумусу в розрахунковому шарі ґрунту на одному гектарі (Г) визначаються за формулою:

$$Г = а * м * Н * 100 \text{ (т/га)}$$

- де: а – вміст гумусу в ґрунті, %;
 м – щільність складення ґрунту, г/см³;
 Н – глибина розрахункового шару ґрунту, м.

2. Розраховуються витратні статті гумусового балансу.

Річні втрати гумусу залежатимуть від здатності культур, які входять сівозміну, протидіяти розвитку ерозійних процесів (розмиву ґрунту) та геоморфологічних умов території.

Відображаються нормативні втрати гумусу від його мінералізації під кожною культурою сівозміни культурою. Для цього використовується довідниковий нормативний матеріал : показник нормативної мінералізації гумусу, який залежить від типу та виду культури (таблиця 1). Розміри мінералізації коригуються поправкою на гранулометричний склад ґрунту у співвідношенні з коефіцієнтами (таблиця 2)).

Розраховуються втрати гумусу за рахунок водної ерозії ґрунтів. Для розрахунку цієї витратної статті використовується довідковий нормативний матеріал у формі нормативного змиву ґрунту залежно від показника змитості, який демонструє ступінь вираженості рельєфу території (таблиця 3).

Визначаються загальні втрати гумусу. Вони складаються із суми втрат гумусу за рахунок його мінералізації під культурою і втрат від водної ерозії.

3. Розраховуються прихідні статті гумусового балансу.

Кількість новоутвореного гумусу може відбуватися за рахунок рослинної маси та органічних видів добрив, які у переважній більшості вносяться під просапні культури,

Надходження за рахунок корневих та пожнивних решток культур. Для цього використовуються наступні показники:

- величини запланованої урожайності культур (надається викладачем)
- коефіцієнти виходу корневих та пожнивних решток культури (таблиця 4);
- коефіцієнти гуміфікації органічних решток (таблиця 5).

Надходження за рахунок застосування органічних добрив. Для цього використовуються показники:

- запланована кількість внесення органічних добрив (надається викладачем);
- коефіцієнти гуміфікації органічних добрив для відповідних природно-кліматичних зон (таблиця 5)

Визначається загальний обсяг утворення гумусу в ґрунті.

Він складається із суми надходження гумусу за рахунок пожнивних і корневих решток та застосування органічних добрив.

4. Відображається загальний баланс гумусу

Баланс ґрунту, як під окремою культурою, так і за ротацію сівозміни у цілому визначається шляхом його порівняння (співставлення) прихідних і витратних частин (статей)

Розрахунки зводяться у формі таблиці (таблиця 6):

Таблиця 6

Зведена відомість розрахунку балансу гумусу в сівозміні

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 36

Показник	Культури					За ро- тацію
	1	2	3	4	5	
Урожайність, ц/га						
Вміст гумусу : %						
ц/га						
Мінералізація гумусу, т/га						
Змив (т/га) : ґрунту						
гумусу						
Втрачено гумусу ВСЬОГО, т/га						
Коефіцієнт виходу решток						
Вихід залишок (решток), т/га						
Вихід гумусу із залишок, т/га						
Внесено добрив, т/га						
Вихід гумусу добрив, т/га						
Накопичено гумусу ВСЬОГО, т/га						
БАЛАНС :						

Висновок. На підставі балансу здійснити прогноз гумусового стану ґрунту та рекомендувати заходи з його поліпшення.

Таблиця 1.

Середньорічна мінералізація гумусу під сільськогосподарськими культурами, т/га

Культура	Ґрунтово-кліматична зона		
	Полісся	Лісостеп	Степ
Чорний пар	-	1,50	2,00
Озимі на зерно	0,90	0,70	1,35
Цукрові (кормові) буряки	1,70	1,50	1,59
Кукурудза на: : зерно	1,40	1,10	1,56
силос	0,30	1,25	1,47
Ячмінь, Овяс	0,15	0,75	1,22
Просо, Гречка	0,05	0,09	1,10
Льон	0,90	-	-
Картопля	1,50	1,20	1,61
Соняшник	-	1,00	1,39
Однорічні трави	0,80	0,80	1,10
Багаторічні трави	0,55	0,30	0,60

Таблиця 2.

Коефіцієнти мінералізації гумусу залежно від гранулометричного складу ґрунту

Різновидність ґрунту	Коефіцієнт мінералізації
Піщані	1,8
супіщані	1,4
легкосуглинкові	1,2
середньосуглинкові	1,0
Важко суглинкові та глинисті	0,8

Таблиця 3.

Шкала змитості ґрунтів

Рельєф, похил (град.)	Група змитості	Річний нормативний змив, т/га

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 38

Лабораторна робота №15. Побудова хроноізоплет міграції забруднювачів у ґрунтах під впливом атмосферних опадів

Найбільш наглядним методом графічного зображення міграційних процесів забруднюючих речовин в ґрунтах є метод побудови хроноізоплет. Метод вперше запропонований у 1902 році російським вченим-ґрунтознавцем Г.М. Висоцьким. Цей метод дозволяє найбільш наглядно висвітлити і охарактеризувати особливості руху забруднюючих речовин у ґрунтовому шарі ґрунту будь-якої потужності і за будь-який, в т.ч. і досить тривалий, відрізок часу. Причому міграційні процеси забруднювача в ґрунті одночасно можна відобразити у поєднанні із такими явищами, як випадання опадів, зміною температурних умов ґрунту чи повітря, рівня залягання ґрунтових вод і т. д.

Робота виконується у лабораторних умовах. Студент одержує індивідуальне завдання у формі табличних даних результатів аналітичних подекадних спостережень за вмістом забруднювача в ґрунті за літній період року року на глибинах 0, 10, 20, 30, 40, і 50см та подекадних спостережень за режимом випадання опадів за той же період року (таблиці 1 і 2).

Хід роботи

Для зручності побудова хроноізоплет здійснюється на аркуші паперу цз нанесеною сіткою в масштабі 1мм (міліметровка).

1. Метод полягає в тому, що в звичайній сітці прямокутних координат на вісь абсцис відкладають дати спостережень, а на вісь ординат донизу від нульового відліку – глибину ґрунту починаючи від поверхні, а до верху від нульового відліку – шкалу величини подекадних опадів (мм).

2. Для кожного строку спостережень на відповідній йому ординаті і для відповідних глибин ґрунту виписуються показники вмісту забруднювача у ґрунті у прийнятих одиницях виміру (обов'язково олівцем).

3. Після нанесення показників концентрації забруднювача у ґрунті на сітку координат, шляхом інтерполяції між нанесеними цифрами знаходять (розраховують) точки (місця), які б відповідали вмісту забруднюючої речовини у ґрунті із певними (визначеними викладачем) інтервалами щодо їх концентрацій.

4. По завершенні формування картографічної сітки приступають до процесу нанесення ізоліній, які будуть відображати візуальний просторовий розподіл забруднювача у ґрунтовому профілі. Для цього знайдені (розраховані) точки, із однаковим вмістом у ґрунті забруднювача, з'єднують («від руки») кривими лініями, які і являють собою ізолінії, тобто лінії із однаковим у просторі і часі вмістом забруднювача.

5. На наведених ізолініях виписують цифри із відповідними концентраціями забруднювача після чого цифри, які були нанесені олівцем (пункт 2.) – видаляють. Простір між сусідніми ізолініями представляє собою шар ґрунту з однаковим, відповідно до прийнятої градації, вмістом забруднювача.

6. Для більшої наглядності просторового розподілу забруднюючої речовини в ґрунті простір, обмежений на карті окремими ізолініями, доцільно затушувати у відповідності із прийнятими (визначеними викладачем) умовними позначеннями.

7. На шкалі величин опадів у формі стовпців відкладаються фактичні значення подекадних опадів за кожен декаду теплої пори року. Висота стовпця відповідає кількості міліметрів , які випали за відповідну декаду місяця.

Інформація про опади використовується студентом при аналізі характеру та закономірностей міграційного процесу забруднювача на протязі періоду досліджень.

Вихідні дані для роботи

(надається викладачем у формі табличного матеріалу)

Таблиця 1.

Подекадна динаміка опадів за період травень –вересень, мм

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 39

Місяць	Декада			За місяць
	1	2	3	
травень				
червень				
липень				
серпень				
вересень				

Таблиця 2.

Фактичні показники вмісту забруднювача в ґрунті, мг/кг ґрунту

Глибина, см	Дата обстеження									
	15/ V	30/ V	15/ VI	30/ VI	15/ VII	30/ VII	15/ VIII	30/ VIII	15/ IX	30/ IX
0										
10										
20										
30										
40										
50										

Результати проведеного аналізу студент оформляє у вигляді висновків по завершенню графічного оформлення роботи.

Питання для контролю

1. В чому полягає перевага графічного зображення вмісту в ґрунті забруднювача у формі хроноізоплет.
2. Що предсталає собою ізолінія.
3. В чому полягає суть процесу інтерполяції.
4. Якими явищами та факторами визначався характер просторового розподілу забруднювача у ґрунтовому профілі на протязі п'яти місяців.
5. Які властивості ґрунту визначають характер міграції забруднювача в ньому.

Лабораторна робота №16. Нормативне обґрунтування заходів пов'язаних із декальцинацією ґрунтів

Кислотність ґрунту – це здатність ґрунту підкислювати ґрунтовий розчин, воду і розчини нейтральних солей. Вона обумовлена наявністю головним чином вуглецевої та органічних кислот, гідролітично кислих солей, вільних іонів H^+ у ґрунтового розчині та обмінних катіонів H^+ і Al^{3+} у ГВК.

Реакція ґрунтового розчину визначається співвідношенням концентрацій вільних іонів H^+ та OH^- . Якщо концентрація іонів водню дорівнює концентрації гідроксильних іонів – реакція нейтральна; коли концентрація іонів H^+ більша концентрації іонів OH^- – кисла; якщо концентрація іонів H^+ менша концентрації іонів OH^- – лужна. Реакцію ґрунтового розчину визначають через величину водневого показника (рН), що є від'ємним десятинним логарифмом концентрації іонів H^+ :

$$pH = - \lg [H^+].$$

Залежно від величини рН водної витяжки або суспензії реакція ґрунту має наступну назву:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 40

Реакція ґрунтового розчину	Значення рН	Концентрація Н ⁺ , мг/л
Дуже кисла	3 -4	10 ⁻³ – 10 ⁻⁴
Кисла	4 -5	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵
Слабо кисла	5 -6	10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁶
Нейтральна	7	10 ⁻⁷
Слабо лужна	7 -8	10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁸
Лужна	8 -9	10 ⁻⁸ – 10 ⁻⁹
Дуже лужна	9 -10	10 ⁻⁹ – 10 ⁻¹⁰

Кисла реакція властива підзолистим, дерново-підзолистим, сірим лісовим і болотним ґрунтам; нейтральна – чорноземам; лужна – каштановим ґрунтам і солонцям. Розрізняють два види кислотності ґрунту: активну і потенційну.

Активна кислотність (лужність) ґрунту – це кислотність ґрунтового розчину обумовлена вона іонами Н⁺ (ОН⁻), які знаходяться в рідкій фазі ґрунту (у ґрунтовому розчині), і позначається рН_{н₂о} або рН водний. Безпосередньо впливає на розвиток рослин та життєдіяльність мікроорганізмів. При характеристиці активної лужності ґрунтових розчинів розрізняють загальну лужність, лужність від нормальних карбонатів та лужність від гідрокарбонатів. За рівнем активної лужності ґрунти поділяють на 3 групи:

рН водний	Рівень лужності	Тип ґрунту
7,2 – 7,5	слабо лужні солонцюваті	чорнозем південний, каштановий з ознаками солонцюватості
7,6 – 8,5	лужні	солонець
понад 8,5	дуже лужні	солонець содовий, солончак

Потенційна кислотність – це кислотність твердої фази ґрунту і ґрунтового розчину. Обумовлена вона іонами Н⁺ і АІ3⁺, які увібрані ГВК. Потенційна кислотність завжди більша активної, бо складається з кислотності ґрунтового розчину і кислотності, яка утворюється за рахунок увібраних іонів водню та алюмінію. Потенційну кислотність умовно ділять на дві форми: обмінну і гідролітичну.

Обмінна кислотність – виявляється при взаємодії ґрунту з розчином нейтральної солі (тобто солі сильного лугу і сильної кислоти): КСІ, ВаСІ2 і т. п.:



Обмінна кислотність позначається індексом рНКСІ або рН сольовий і вимірюється в одиницях рН або в мг-екв на 100 г ґрунту (*титрована обмінна кислотність*).

В слабо кислих ґрунтах обмінна кислотність незначна, в лужних відсутня. Залежить обмінна кислотність від кількості обмінних іонів Н⁺ і наявності у ГВК обмінних іонів АІ3⁺, які здатні витіснятися катіонами нейтральної солі і переходити до ґрунтового розчину. Хлористий алюміній АІСІ3 – сіль слабого лугу і сильної кислоти, у водних розчинах дисоціює за схемою:

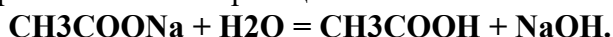


АІ(ОН)3 як слабкий луг у водному розчині майже не розпадається, а НСІ у слабких розчинниках дисоціює на іони Н⁺ та СІ⁻, що призводить до підвищення кислотності. Вміст рухомого алюмінію в ґрунті залежить від реакції середовища: чим нижче значення рН, тим більше в ґрунті рухомого алюмінію. При рН КСІ понад 5 рухомість алюмінію різко знижується і його вміст стає значно меншим критичних значень.

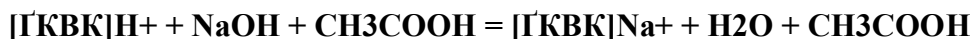
Гідролітична кислотність – виявляється при взаємодії ґрунту з розчином гідролітично лужної солі (солі сильної основи і слабкої кислоти). При визначенні гідролітичної кислотності

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 41

застосовують CH_3COONa (оцтовокислий натрій, ацетат натрію), внаслідок гідролізу лужна реакція обумовлена утворенням NaOH за реакцією:



Оцтова кислота дисоціює дуже слабо, а луг, що утворився, реагує з обмінним воднем, який утворює в розчині гідролітичну кислотність:



При визначенні гідролітичної кислотності враховують усі види кислотності: активну (іони водню ґрунтового розчину), обмінну (увібрані водень та алюміній, які обмінюються на катіони нейтральної солі) і гідролітичну.

При відсутності обмінної кислотності – гідролітична – не шкідлива для рослин, бо іони H^+ гідролітичної кислотності малорухомі. Вимірюють гідролітичну кислотність в мг-екв/100 г ґрунту і позначають індексом Нг. За величиною гідролітичної кислотності розраховують дози вапна, необхідного для нейтралізації всіх присутніх у ґрунті іонів водню та алюмінію.

Потенційна лужність проявляється у ґрунтах, що містять увібраний натрій. При взаємодії ґрунту з вуглекислою увібраний натрій ГВК замінюється на водень і в ґрунтового розчині з'являється сода, яка створює лужне середовище.

Хімічна меліорація – це заміна небажаних у складі ґрунтового вбирного комплексу (ГВК) катіонів (водню, алюмінію, заліза, марганцю в кислих і натрію в лужних ґрунтах). Надмірна кислотність ґрунту усувається вапнуванням, а надмірна лужність – гіпсуванням. Хімічну меліорацію проводять до внесення добрив з метою створення оптимальної реакції ґрунтового розчину, кращого засвоєння елементів живлення з ґрунту і внесених добрив. Її зазвичай проводять один раз за ротацію сівозміни або за кілька років.

Визначення потреби ґрунту у вапнуванні

Потребу ґрунту у вапнуванні можна визначити за рядом якісних, якісно-кількісних та кількісних методів:

1. За станом культурних рослин і наявністю в посівах характерних бур'янів.

Коли культурні рослини (люцерна, озима пшениця, цукрові буряки та ін.) пригнічені, а в посівах проростають такі бур'яни, як польовий хвощ, жовтець повзучий, щавель, осока, ситник, багно, верес та інші, ґрунт потребує вапнування.

2. За обмінною кислотністю, ступенем насиченості основами залежно від гранулометричного складу ґрунту (таблиця):

3. За кислотністю ґрунту і ступенем насичення його основами з урахуванням чутливості провідних культур до реакції ґрунтового середовища.

Методи встановлення (розрахунку) норм вапна

Норми вапняних добрив можуть бути встановлені рядом методів:

1. **За рН сольової суспензії** і гранулометричним складом, для ґрунтів з різним вмістом гумусу. В цьому випадку користуються рекомендованими (нормативними) даними наукових установ щодо норм вапна з урахуванням типу та різновидності ґрунту.

2. **Залежно від типу ґрунту, його кислотності, ступеня насиченості його основами** для ґрунтів з середнім і високим вмістом гумусу обчислення норм вапна проводиться за даними рекомендованими науково-дослідними установами.

3. **За гідролітичною кислотністю.** Повну норму вапна визначають за формулою:

$$\text{HCaCO}_3 = (\text{Hг} \times 50 \times 10 \times 3\,000\,000) : 1\,000\,000\,000 = 1,5 \times \text{Hг}, \text{ т/га.}$$

де HCaCO_3 — норма вапна, яку потрібно внести, т/га;

Hг — гідролітична кислотність, ммоль/100г, або смоль/кг;

50 — така кількість міліграмів CaCO_3 нейтралізує 1 ммоль іонів H^+ в 100г ґрунту;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 42

10 — коефіцієнт для переведення розрахунків на 1кг;
3000000 — маса орного шару ґрунту на 1га при глибині оранки 25см і об'ємній масі 1,2г/см³, кг;
1000000000 — для переведення мг в тонни CaCO₃.

Встановлена за цією формулою норма вапна знижує обмінну кислотність ґрунту до рН 6,5, тобто до рівня сприятливого для вирощування більшості сільськогосподарських культур, коли вапнування ґрунту стає недоцільним.

4. За нормативними показниками з урахуванням потреби CaCO₃ на зміну реакції ґрунту на 0,1рН. Норма вапна з використанням нормативів на зміщення реакції ґрунту встановлюється за формулою:

$$H (CaCO_3) = \frac{A \times \Delta pH}{0,1}$$

де ΔpH — необхідне зміщення значення рН (рН_{опт.} — рН_{факт.});

HCaCO₃ – норма CaCO₃, т/га;

A — норматив витрат CaCO₃ для зниження кислотності на 0,1рН, т/га;

рН_{опт.}, — оптимальне значення рН;

рН_{факт.}, — фактичне значення рН.

Приклад розрахунків. При вирощуванні цукрових буряків фактичне рН ґрунту становить 5,3 при його нижній межі оптимального значення в польовій сівозміні 6,1, необхідне зміщення рН = 0,8, тоді норма CaCO₃, яку потрібно внести при 100%-ій нейтралізуючій здатності меліоранту:

$$H (CaCO_3) = \frac{0,65 \times (6,1-5,3)}{0,1} = 5,2 \text{ т/га}$$

Визначення фізичної норми вапнякових добрив

Щоб визначити фізичну норму певного вапнуючого меліоранта необхідно знати його нейтралізуючу здатність. Для цього всі меліоранти прирівнюються до CaCO₃ за відповідними коефіцієнтами:

MgCO₃ – 1,2; Ca(OH)₂ – 1,35; CaO – 1,79; MgO – 2,5.

Приклад розрахунків. Вапнуючий матеріал містить 50% CaCO₃ і 25% MgCO₃, звідси його нейтралізуюча здатність (Д) у перерахунку на CaCO₃ становить:

$$D = 50 + (25 \times 1,2) = 80\%.$$

Оскільки на практиці для вапнування ґрунтів використовують меліоранти з підвищеним вмістом вологи та недіяльних часточок вапна, то фізичну норму вапняного добрива в т/га обчислюють за формулою:

$$H_f = \frac{H_p \times 100 \times 100 \times 100}{(100-V) \times (100-B) \times D}$$

де H_f — фізична норма вапняного добрива, т/га;

H_p — розрахована норма CaCO₃, т/га;

V — вміст вологи у вапняному добриві, %;

B — вміст недіяльних часточок вапна з діаметром більше 3 мм, %;

D — нейтралізуюча здатність меліоранта (сума нейтралізуючих речовин в перерахунку на CaCO₃ у вапняному добриві), %;

100 — коефіцієнти для вираження фізичної норми вапняного добрива в т/га.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ВК2.2- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 43

Приклад розрахунків. Розрахована норма CaCO_3 складає 5,2т/га, вміст вологи у вапняному добриві — 15%, вміст недіяльних часточок — 8%, а нейтралізуюча здатність меліоранта — 80%, тоді:

$$N_f = \frac{5.2 \times 100 \times 100 \times 100}{(100-15) \times (100-8) \times 80} = 8,3 \text{ т/га}$$

Як правило, норми внесення меліорантів заокруглюються з точністю до 0,5т/га. Отже, в цьому випадку $N_f \approx 8,5\text{т/га}$.

Питання для контролю знань

1. У чому полягає різниця між рН (водне) і рН (сольове) ?
2. У чому полягає різниця між актуальною та потенційною кислотністю?
3. У чому полягає різниця між обмінною та гідролітичною кислотністю?
4. Які фізичні властивості ґрунту мають вплив на формування його кислотності?
5. Який із наведених методів визначення норм вапна найбільш вірним?