

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА «ПРИРОДООХОРОННА ДІЯЛЬНІСТЬ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ
З ДИСЦИПЛІНИ «ҐРУНТОЗНАВСТВО»
ДЛЯ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ВСІХ ФОРМ НАВЧАННЯ

Покровськ, 2020

УДК 631.4(072)

М 54

Методичні вказівки до виконання лабораторних занять з дисципліни «Ґрунтознавство» для технічних спеціальностей всіх форм навчання [Електронний ресурс] / В.К. Костенко, О.П. Богомаз, М.І. Таврель. – Покровськ : ДВНЗ «ДонНТУ», 2020. – 32 с.

У методичних рекомендаціях викладено загальні положення та тематичний зміст лабораторних занять з обов'язкової навчальної дисципліни циклу підготовки «Ґрунтознавство». Методичні рекомендації містять завдання щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Ґрунтознавство».

Укладачі: В.К. Костенко, проф., д.т.н., проф. каф.ПД
О.П. Богомаз, асп.каф.ПД
М.І. Таврель, асп.каф.ПД

Рецензент: В.І. Каменець, доц., к.т.н., зав.каф. ГтаБПС

Відповідальний за випуск: В.К. Костенко, проф., д.т.н., зав.каф. ПД

Затверджено навчально-методичним відділом ДонНТУ,
протокол № 10 від 28.04.2020р.

Розглянуто на засіданні кафедри природоохоронної діяльності,
протокол № 9 від 10.03.2020 р.

Донецький національний технічний університет, 2020

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ	5
2 ВІДБІР І ПІДГОТОВКА ПРОБ	8
3 ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ҐРУНТІВ	9
Лабораторна робота №1	
Підготовка зразка ґрунту для лабораторного аналізу	10
Лабораторна робота №2	
Визначення гранулометричного складу ґрунту без приладів	12
Лабораторна робота №3	
Визначення механічного складу ґрунту ситовим методом	15
Лабораторна робота №4	
Визначення гігроскопічної вологи у ґрунті	18
Лабораторна робота №5	
Агрегатний (структурний) аналіз і визначення водомісних ґрунтових агрегатів	19
Лабораторна робота №6	
Дослідження кислотності (лужності) ґрунту	21
Лабораторна робота №7	
Визначення рН водної витяжки потенціометричним методом	22
Лабораторна робота №8	
Визначення нітратів в ґрунті за допомогою нітратоміру ИТ-1201	23
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	30

ВСТУП

Методичні вказівки супроводжують навчальний процес з дисципліни «Ґрунтознавство» для технічних спеціальностей всіх форм навчання і мають на меті надати студентам навичок практичного використання знань, набутих на лекційних заняттях.

Вказівки складені відповідно робочої навчальної програми по дисципліні і містять рекомендації до всіх лабораторних занять. У методичних вказівках розглянуті головні принципи виконання практичних робіт з 8 тем, та основні теоретичні відомості, методи відбору і підготовки проб, хімічний аналіз ґрунтів.

Метою лабораторних робіт навчальної дисципліни «Ґрунтознавство» є формування у студентів основних теоретичних та практичних навичок в галузі ґрунтознавства.

Основними завданнями лабораторних робіт з дисципліни «Ґрунтознавство» є: набуття навичок відбору проб ґрунту або породи для проведення різних видів аналізів, навчитися визначати гранулометричний (механічний) склад ґрунту в польових умовах, освоїти ситовий метод аналізу механічного складу ґрунтів, освоїти метод визначення вмісту гігроскопічної вологи в ґрунті, отримання навичок визначення структури і відносного змісту водоміцних агрегатів в ґрунті, отримання навичок визначення кислотності (лужності) ґрунту, практичне освоєння методики визначення рН водної витяжки потенціометричним методом, практичне освоєння методики визначення нітратів в ґрунті іонометричним методом.

Дані методичні вказівки пропонується використовувати для виконання лабораторних робіт студентів з дисципліни «Ґрунтознавство», яка викладається на кафедрі «Природоохоронна діяльність».

1 ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

Ґрунт – це самостійне природно-історичне орґано природне тіло, що виникло на поверхні землі в результаті тривалого впливу біотичних, абіотичних і антропогенних факторів, що складається з твердих мінеральних і органічних частинок, води і повітря і має специфічні генетико-морфологічні ознаки, властивості, що створюють для зростання і розвитку рослин відповідні умови.

Цілі ґрунтових досліджень:

1) вибір місця розміщення майданчика будівництва на менш родючих ґрунтах і максимальне збереження лісового фонду;

2) визначення впливу проектового споруди на прилеглі сільськогосподарські і лісові угіддя для розробки заходів щодо їх захисту від шкідливого впливу промислових викидів і скидів токсичних інгредієнтів;

3) оцінка можливості вилучення земель виходячи з їх цінності, а також можливості розміщення відходів;

4) розробка схем озеленення населених пунктів та створення рекреаційних зон;

5) оцінка забруднення ґрунтів на майданчиках будівництва і в зоні їх можливого впливу;

6) визначення зон і потужності забруднених ґрунтів.

Охорона ґрунтів – система заходів, спрямована на запобігання зниження родючості ґрунтів, їх нераціонального використання і забруднення. Для контролю забруднення і прогнозу стану ґрунтів все хімічні речовини класифікуються за ступенем небезпеки. Виділяють 3 класу хімічних речовин:

1 - речовини високонебезпечні;

2 - речовини помірно небезпечні;

3 - речовини малонебезпечні.

Клас небезпеки хімічних речовин встановлюють не менше ніж за трьома показниками (токсичність, персистентність в ґрунті (тривалість збереження активності речовини, що забруднює ґрунт), ГДК в ґрунті, міграція,

персистентність в рослинах, вплив на харчову цінність сільськогосподарської продукції). Класифікацію ґрунтів за ступенем забруднення проводять по гранично допустимим кількостям (ГДК) хімічних речовин в ґрунтах і їх фонового змісту.

Хімічне забруднення ґрунтів оцінюють за сумарним показником хімічного забруднення Z_c , що характеризує ступінь хімічного забруднення ґрунтів і визначається як сума коефіцієнтів концентрації K_c окремих компонентів забруднення.

За ступенем забруднення ґрунт поділяють на:

- сильнозабруднений ґрунт, вміст забруднюючих речовин в якому в кілька разів перевищує ГДК, що мають, під впливом хімічного забруднення, низьку біологічну продуктивність, суттєва зміна фізико-механічних, хімічних і біологічних характеристик, в результаті чого вміст хімічних речовин в вирощуваних культурах перевищує встановлені норми .

- середньозабруднений ґрунт, в якому встановлено перевищення ГДК без видимих змін у його властивостях.

- слабозабруднений ґрунт, вміст хімічних речовин в якому не перевищує ГДК, але вище природного фону.

За ступенем стійкості до хімічних забруднюючих речовин і за характером реакцій, ґрунт слід поділяти на:

- дуже стійкий;
- середньостійкий;
- малостійкий.

Ступінь стійкості ґрунту до хімічних забруднюючих речовин характеризують такі основні показники:

- 1) гумусний стан ґрунтів;
- 2) кислотно-основні властивості;
- 3) окислювально-відновні властивості;
- 4) катіонно-обмінні властивості;
- 5) біологічна активність;

6) рівень ґрунтових вод;

7) частка речовин в ґрунті, що знаходяться в розчинній формі.

Аналіз ґрунту – це сукупність операцій, які виконуються з метою визначення складу, фізико-механічних, фізико-хімічних, хімічних, агрохімічних і біологічних властивостей ґрунту.

Пробний майданчик – це репрезентативна частина досліджуваної території, призначена для відбору проб і детального дослідження ґрунту.

Точкова (одинична) проба – це матеріал, взятий з одного місця горизонту або одного шару ґрунтового профілю, типовий для даного горизонту або шару.

Об'єднана проба ґрунту – це проба ґрунту, що складається з певної кількості одиничних проб (не менше двох точкових проб).

ґрунтова витяжка – це екстракт, отриманий після обробки ґрунту розчином заданого складу, які діяли на ґрунт певний час при певному співвідношенні ґрунт-розчин.

При аналізі ґрунтів велика увага приділяється оцінці санітарного стану ґрунтів, тобто дослідженню фізико-хімічних, хімічних і біологічних властивостей, які впливають на здоров'я людини. Для оцінки санітарного стану ґрунтів застосовують такі показники: вміст загального азоту, хлоридів, кислотність, вміст пестицидів, важких металів, нафти і нафтопродуктів, фенолів, сірчистих сполук, миш'яку, ціанідів, радіоактивних речовин, різних мікроорганізмів (гельмінтів, синантропних мух і т.д.).

Обов'язковість визначення даних показників встановлюється в залежності від виду землекористування (ґрунту населених пунктів, курортів і зон відпочинку, зон санітарної охорони джерел водопостачання, санітарно-захисних зон підприємств, транспортних земель, сільськогосподарських і лісових угідь). На підставі даних, отриманих в результаті ґрунтових досліджень, складається паспорт ґрунту – документ, що містить фіксований набір даних про ґрунти, необхідних для цілей її раціонального використання і охорони [7, 8, 14].

2 ВІДБІР І ПІДГОТОВКА ПРОБ

Відбір проб проводять для контролю забруднення ґрунтів і оцінки їх якісного стану, природного і порушеного складу. Відбір проб для хімічного, бактеріологічного і гельмінтологічного аналізів проводять не менше 1 разу на рік. Для контролю забруднення важкими металами відбір проб проводять не менше одного разу на три роки. Для контролю забруднення ґрунтів дитячих садків, лікувально-профілактичних установ і зон відпочинку відбір проб проводять не менше двох разів на рік – навесні і восени. Відбір проб проводиться з урахуванням вертикальної структури, неоднорідності покриття ґрунту, рельєфу і клімату місцевості, а також з урахуванням особливостей, забруднюючих речовин або організмів. Відбір проб проводиться на пробних майданчиках, які закладаються так, щоб виключити спотворення результатів аналізів під впливом навколишнього середовища.

Проби відбирають методом конверта, по діагоналі або будь-яким іншим способом за профілем з ґрунтових горизонтів або шарів з таким розрахунком, щоб в кожному випадку проба була частиною ґрунту, типовою для генетичних горизонтів або шарів даного типу ґрунту. Розмір пробного майданчика, кількість точкових і об'єднаних проб залежить від цілей дослідження: визначення вмісту хімічних речовин, фізичних властивостей і структури ґрунту, визначення патогенних організмів і вірусів.

Для хімічного аналізу об'єднану пробу складають не менше ніж з п'яти точкових проб, узятих з одного пробного майданчика. Маса об'єднаної проби повинна бути не менше 1 кг. Моноліти слід відбирати обсягом не менше 100 см³.

Відібрані проби необхідно пронумерувати і зареєструвати в журналі, вказавши наступні дані: порядковий номер і місце взяття проби, рельєф місцевості, тип ґрунту, цільове призначення території, вид забруднення, дату відбору, номера ґрунтового розрізу, ґрунтової різниці, горизонту і глибини взяття проби, прізвища дослідника. Упаковку, транспортування і зберігання проб здійснюють в залежності від мети і методу аналізу.

Проби ґрунту для хімічного аналізу висушують до повітряно-сухого стану в сушильній камері при температурі 40 °С. Закінчення сушки контролюють органолептичним методом. Проба вважається доведеною до повітряно-сухого стану, якщо її складові не злипаються, не прилипають до твердих предметів, при роздавлюванні кришаться, припадають пилом. Проби зберігають у полотняних мішечках, в картонних коробках або в скляній тарі.

Для визначення хімічних речовин пробу ґрунту в лабораторії розсипають на папері і розминають товкачиком великі грудки. Потім вибирають включення – коріння рослин, комах, камені, скло, вугілля, кістки тварин, а також новоутворення – друзки гіпсу, вапняні журавчики та ін. Ґрунт розтирають у ступці товкачиком і просівають через сито з діаметром отворів 1 або 2 мм. Відібрані новоутворення аналізують окремо, готуючи їх до аналізу так само, як пробу ґрунту.

Пробу для аналізу відбирають не менше ніж з п'яти точок. Маса проби для аналізу ґрунтів з масовою часткою органічної речовини до 30% – 30 г, для аналізу ґрунтів з масовою часткою органічної речовини понад 30% – 15 г [9].

3 ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ҐРУНТІВ

Підготовка проби до аналізу. Пробу ґрунту розсипають на папері і розминають товкачиком великі грудки. Потім вибирають включення – коріння рослин, комах, камені, скло, вугілля, кістки тварин, а також новоутворення – друзки гіпсу, вапняні журавчики і ін. Пробу ґрунту масою 30 г поміщають в конічну колбу, доливають 150 см³ дистильованої води і перемішують протягом 15 хвилин. Після перемішування суспензію фільтрують через паперовий фільтр. Каламутні фільтрати повертають на фільтри до тих пір, поки вони не стануть прозорими. Отримані фільтрати перемішують і використовують для аналізу [10-11].

ПІДГОТОВКА ЗРАЗКА ҐРУНТУ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОГО АНАЛІЗУ

Мета роботи: набути навичок відбору проб ґрунту або породи для проведення різних видів аналізів.

Матеріали та обладнання: папір, колонка сит, пінцет, ложечка, порцелянова ступка, товкач з гумовим накінецьником.

Тривалість заняття – 2 години.

Більшість аналізів проводять із зразками ґрунту в повітряно-сухому стані, подрібненого в ступці і просіяного через сито з отворами 1 мм. Для визначення вмісту азоту і гумусу, а також механічного складу потрібна спеціальна підготовка зразків ґрунтів. Для деяких аналізів потрібні свіжі зразки ґрунту, взяті без попереднього підсушування (для визначення нітратів), і зразки повітряно-сухого ґрунту без попереднього подрібнення (для визначення структури).

Загальна підготовка зразка ґрунту до аналізу. Зразок ґрунту вагою 500-1000г розподіляють тонким шаром на аркуші паперу і доводять до повітряно-сухого стану. Повітряно-сухий ґрунт являє собою зразок, витриманий на повітрі в лабораторних умовах, що виключає присутності пилу і агресивних газів (NH_4 , HCl та ін.) протягом декількох днів.

Великі грудочки ґрунту в зразку розчавлюють руками, пінцетом ретельно відбирають коріння, включення і новоутворення. З підготовленого таким чином ґрунту беруть середню пробу, так званим, методом квартування. Для цього ґрунт розрівнюють тонким шаром на аркуші обгорткового паперу у вигляді квадрата або прямокутника і ділять по діагоналях на чотири частини. Дві протилежні частини ґрунту відсипають в картонну коробку і зберігають в нерастертому стані. Один примірник етикетки зразка вкладають в коробку, а інший наклеюють на її стінку.

Частину ґрунту, що залишилася на папері, ретельно перемішують, знову розрівнюють тонким шаром і з різних місць невеликої ложкою беруть таку кількість ґрунту, щоб загальна маса її склала 25-30 г. Ґрунт слід відбирати на всю глибину шару.

Підготовка ґрунту до визначення гумусу і азоту. Визначення гумусу і азоту в ґрунті – найважливіші аналізи, хоча в даному курсі їх проведення на увазі високої складності і трудомісткості не передбачено.

Так як органічні включення містять велику кількість вуглецю і азоту, їх необхідно ретельно вилучати з навішування. Для цього пробу нерастертого ґрунту розрівнюють тонким шаром на аркуші паперу і пінцетом відбирають корінці і видимі органічні залишки.

Потім грудки ґрунту розтирають в ступці і знову відбирають органічні домішки, переглядаючи ґрунт під лупою. Після цього її розтирають в порцеляновій ступці і пропускають через сито з отворами 1 мм.

Із просіяного ґрунту беруть середню пробу 10-15 г, розрівнюють її тонким шаром на аркуші пергаментного паперу і знову відбирають корінці наелектризованою скляною паличкою (її треба потерти сукниною або шерстяною ганчірочкою і швидко провести паличкою над ґрунтом).

Корінці і дрібні шматочки органічних залишків, що прилипають до палички, видаляють.

Не слід підносити паличку занадто близько до ґрунту, так як в цьому випадку до неї прилипають і тонкі мінеральні частинки.

Після відбору корінців ґрунт знову розтирають у фарфоровій ступці і просівають через сито з отворами 0,25 мм. Піщані частинки, що залишилися після просіювання, розтирають у ступці, просіюють і змішують з усім розтертим ґрунтом.

Підготовлений ґрунт зберігають в паперовому пакеті або пробірці, закритою пробкою.

Взяття навішування. З ґрунту, просіяного через сито з отвором 1 або 0,25 мм, беруть наважку так, щоб вона відповідала середній пробі образу. Чим менше навішування, тим ретельніше повинна бути взята проба.

Для взяття середньої проби зразок ґрунту висипають на глянсовий або восковий папір, розрівнюють тонким шаром і розділяють на квадрати зі сторонами 3-5 см. З кожного квадрата ложечкою беруть таку кількість ґрунту (з усієї товщини шару), щоб скласти необхідну для аналізу наважку.

Якщо аналізують ґрунт, що просіяний через сито з отворами 1 мм, то наважку можна брати безпосередньо з банки або коробочки, попередньо добре перемішавши ґрунт.

[література: 1-3]

Лабораторна робота №2

ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ҐРУНТУ БЕЗ ПРИБАДІВ

Мета роботи: навчитися визначати гранулометричний (механічний) склад ґрунту в польових умовах.

Устаткування і матеріали: гладка пластикова дощечка, зразки різних типів ґрунтів, алюмінієва пластинка з отворами.

Тривалість заняття: 2 години

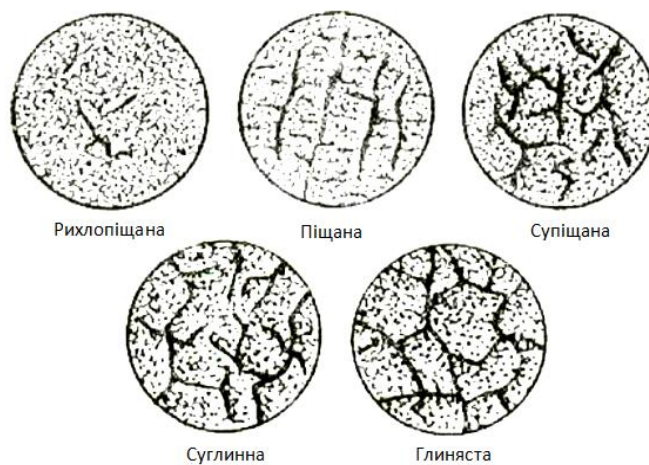
Визначення гранулометричного складу ґрунтів можна проводити лабораторним і польовим методами.

Знати механічний склад ґрунту дуже важливо, тому що від нього залежить водо- і повітропроникність, вологоємність, щільність і ін.

Як правило, механічний склад ґрунту визначається в лабораторії, але є експрес-методи, що дозволяють легко встановити механічний склад ґрунту без складних реактивів та обладнання. Цими способами студенти можуть опанувати на занятті.

Перший спосіб. Грубий органолептичний аналіз гранулометричного складу ґрунту проводиться таким чином. Щіпку сухого ґрунту ретельно розтирають пальцями на долоні. Супіщані ґрунти розтираються легко. При цьому виявляється незначна кількість м'якого пилювато-глинистого матеріалу. Піщані ґрунти повністю позбавлені глинистих частинок. Глинисті ґрунти розтираються важче і після розтирання з'являється значна кількість пилювато-глинистих частинок.

Другий спосіб. Беруть алюмінієву пластинку товщиною 4-5 мм з круглим отвором. Цю платівку кладуть на скло. В отвір пластинки поміщають тістоподібну масу ґрунту. Якщо тепер згладити ґрунт з пластинки і зняти пластинку, виходить ґрунтовий коржик. Круглі коржі після висихання розтріскуються. При цьому утворюється характерна система тріщин, за характером розтріскування визначають механічний склад ґрунту.



Третій спосіб. Для визначення механічного складу ґрунту цим способом беруть сухий ґрунт і механічний склад ґрунту визначають так: рихлопіщаний ґрунт – це сипуча речовина, без будь-яких ґрунтових агрегатів; піщаний і супіщаний ґрунт має дуже пухкі агрегати, які при стисненні руйнуються; суглинний ґрунт утворює агрегати, які двома пальцями не роздавлюються. При їх шліфуванні пальцем іншої руки поверхня стає матовою; глинистий ґрунт має дуже тверді агрегати, поверхня яких при шліфуванні стає блискучою (глянсовою).

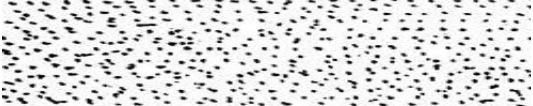
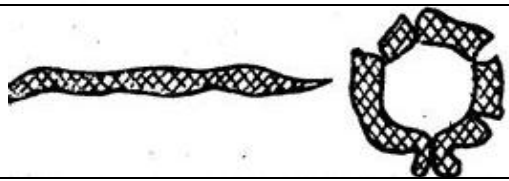
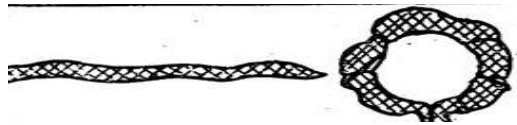
Четвертий спосіб. Беруть зразки ґрунту, розмочують у воді до тістоподібного стану. Якщо змочений ґрунт скачувати між долонями в кульку, а він не утворюється і долоні будуть чисті, то ґрунт рихлопіщаний; якщо кулька не скочується, але на долонях залишаються глинисті частинки – ґрунт піщаний; якщо кулька скочується між долонями, але шнур не утворюється – ґрунт супіщаний; коли скочується куля і утворюється шнур, але при згинанні в кільце шнур тріскається і розвалюється – ґрунт суглинний; коли скочується куля, утворюється шнур і шнур можна згорнути в кільце без тріщин – ґрунт глинистий.

Порядок роботи

Невелику кількість ґрунту змочують водою до консистенції густої в'язкої маси. Потім цю масу скачують в кульку діаметром 1-2 см. Далі кульку розкочують в шнур, який потім згинають в кільце.

Таблиця 1

Показники визначення механічного складу ґрунту методом розкочування
(по Н.А.Качінському)

Механічний склад	Вид зразка після розкатування
Пісок – шнур не утворюється	
Супісок – зачатки шнуру	
Легкий суглинок – шнур дробиться при розкатуванні	
Середній суглинок – шнур суцільний, кільце при згортанні розпадається	
Важкий суглинок – шнур суцільний, кільце з тріщинами	

[література: 1, 4]

ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНОГО СКЛАДУ ҐРУНТУ СИТОВИМ МЕТОДОМ

Мета роботи: освоїти ситовий метод аналізу механічного складу ґрунтів.

Обладнання та матеріали: порцелянова ступка з товкачем, товкач з гумовим накінецьником, папір, колонка сит, технічні ваги з важками.

Тривалість заняття – 2 години.

У лабораторних умовах аналіз висушеного при 105°C ґрунту показує вміст частинок (фракцій) різної величини і форми, виражене в масових відсотках. Частинки, діаметр яких більше 1 мм, називають крупноземом або скелетом. До нього відносяться камені (більше 100 мм), щебінь (100-10 мм) і хрящ (10-1 мм). У свою чергу, щебінь ділиться на великий – 100-50 мм, середній – 50-30 мм і дрібний – 30-10 мм, а хрящ – на великий – 10-5 мм, дрібний – 5-3 мм і гравій, великий пісок – 3-1 мм. Частинки менше 1 мм називають дрібноземом, який складається з піску (1-0,1 мм), глини (0,1-0,001) і колоїдів (до 0,001).

Ситовий аналіз є методом гранулометричного аналізу ґрунтіві порід з різким переважанням частинок величиною більші 0,01 мм. Особливо цей аналіз зручний для алювіальних і флювіогляціальних пісків. Поділ матеріалу на гранулометричні фракції здійснюється дуже швидко за допомогою стандартного набору сит з наступним зважуванням виділених фракцій. Стандартні набори складаються з восьми сит, діаметр отворів яких 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5 і 0,25 мм, а також піддону і кришки.

Порядок виконання роботи

1. Матеріал досліджуваного ґрунту обережно розтирають в порцеляновій ступці спочатку товкачем, а потім гумовою пробкою, щоб зруйнувати агрегати.

2. З досліджуваного ґрунту відбирають середню пробу методом квартування (див. лабораторну роботу номер 1). На технічних вагах береться навіска 100 г.

Перевіривши правильність розташування сит в наборі, висипають наважку у верхнє сито, набір закривають кришкою і протягом 20 хвилин струшують і роблять кругові рухи за періодичним постукуванням правою рукою по кришці. При цьому набір сит повинен бути розташований не в горизонтальній площині, а з нахилом то в одну, то в іншу сторону, так як просіювання може бути неповним через затримки частинок біля країв сит.

3. Заготовляють 8 пакетиків, які зважують на вагах. На кожному пакетикі записують розмір фракції.

4. З кожного сита (починаючи з сита з отворами в 10 мм) висипають на папір частинки, що залишилися на ньому. Дрібні частинки, що застрягли на ситах 0,5 і 0,25 мм, вичищають жорстким пензликом. Ні в якому разі не слід продавлювати застряглі частинки, так як при цьому розширюються отвори сит. Матеріал з кожного сита переносять в пакетик, після чого пакетик з вмістом зважують і масу записують на верхній частині пакета.

5. З верхньої цифри (загальна маса) віднімають нижню (маса порожнього пакетика) і різницю записують внизу пакету. Різниця показує масу кожної гранулометричної фракції. Приклад етикетування зразка:

Ґрунт газону біля 3 навч. корп. ДонНТУ, горизонт А

Фракція 3-5 мм, загальна маса 49,08 г

Маса пакета 0,29 г, Маса ґрунту 48,79г

6. Отримані цифри підсумовують у вигляді табл. 2, причому сума повинна становити не менше 99,5 г. допустима помилка аналізу 0,5%.

7. Отримані величини в грамах одночасно представляють процентний вміст окремих фракцій. Ці дані зводять в таблицю.

Форма таблиці гранулометричного складу ґрунту (породи) приводиться в табл.2.

Таблиця 2

Гранулометричний склад зразка ґрунту (породи)

Частинки фракції, l _{мм}	Маса, г	Зміст, С %
Більше 10		
10-7		
7-5		
5-3		
3-2		
2-1		
1-0.5		
0,5-0.25		
Менше 0,25		
Сума		

Дані таблиці зручно представляти у вигляді графіка(рис.1).

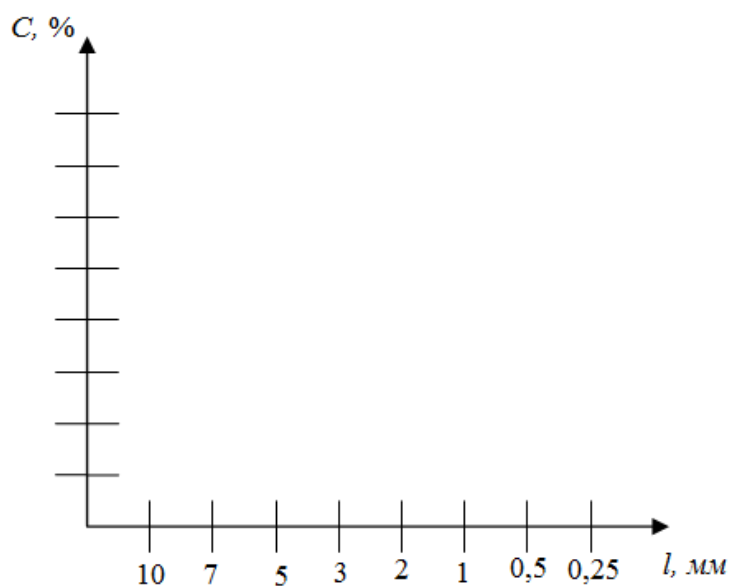


Рис 1. Координати для побудови графіка гранулометричного складу ґрунту.

Література: [5-7]

ВИЗНАЧЕННЯ ГІГРОСКОПІЧНОЇ ВОЛОГИ У ҐРУНТІ

Мета роботи: освоїти метод визначення вмісту гігроскопічної вологи в ґрунті.

Обладнання: технічні ваги з важками, термостат, порцелянова чашка (фільтри), тигельні щипці.

Тривалість заняття: 1 година

Гігроскопічна волога являє собою молекули води, сорбованих твердою фазою ґрунту з атмосфери. Тому гігроскопічну вологу можна визначати в ґрунті, з якої вилучена вільна і плівкова вода. Такий стан ґрунту, що називається повітряно-сухим, досягається в тому випадку, коли ґрунт тривалий час знаходиться в сухому приміщенні. Гігроскопічна волога видаляється з ґрунту при нагріванні її до температури трохи більше 100°C .

Порядок роботи

1. Метод квартування відбирають середню пробу ґрунту, що знаходиться в повітряно-сухому стані.

Під квартуванням розуміється: спосіб відбору проб сипучих тіл для хімічного аналізу, який полягає в тому, що проба, відібрана з різних ящиків, місць і т. п., змішується, розсипається рівним шаром, ділиться навхрест на 4 частини (кварт), з них дві протилежні видаляються, а дві залишилися знову перемішуються і знову діляться на 4 частини; так надходять, поки кількість матеріалу не зменшиться до необхідного для аналізу.

1. На технічних вагах відважують наважку 5 г з маси середньої проби, переносять в попередньо зважену порцелянову чашку (на фільтр) діаметром близько 5 см і поміщають в термостат з температурою $100 - 105^{\circ}\text{C}$.

2. Через 1,5-2,0 години витягають тигельними щипцями порцелянову чашку (фільтр) і поміщають в ексикатор. Після охолодження чашку з ґрунтом

зважують. Повторюється ця операція з 30-хвилинними інтервалами до встановлення постійного ваги. Результати аналізів заносяться в таблицю 3.

Таблиця 3

Вміст гігроскопічної вологи і повна вологомісткість ґрунту

Тип ґрунту	P ₀ , г	P ₁ , г	P ₂ , г	W	P _I , г	P _{II} , г	P _{III} , г	A	W _{max}

3. Вміст гігроскопічної води обчислюють за формулою:

$$W = \frac{P_1 - P_2}{P_2 - P_0} \cdot 100\%$$

де P₀ – маса порцелянової чашки (фільтра) без ґрунту;

P₁ – маса порцелянової чашки (фільтра) з ґрунтом до висушування;

P₂ – маса порцелянової чашки (фільтра) з ґрунтом після висушування до постійної ваги.

Література: [8, 13]

Лабораторна робота № 5

АГРЕГАТНИЙ (СТРУКТУРНИЙ) АНАЛІЗ І ВИЗНАЧЕННЯ ВОДОМІЩНИХ ҐРУНТОВИХ АГРЕГАТІВ

Мета роботи: отримання навичок визначення структури і відносного змісту водоміщних агрегатів в ґрунті.

Обладнання та матеріали: стандартний набір сит, технічні ваги з важками, порцелянові чашки діаметром 15-20 см або кристалізатори.

Тривалість заняття – 2 години.

При проведенні агрегатного аналізу ґрунт не можна розтирати і навіть сильно струшувати, щоб уникнути руйнування ґрунтових агрегатів. Поділ агрегатів проводиться за допомогою стандартного набору сит.

Порядок виконання роботи

1. Ґрунтовий зразок з непорушеною структурою в повітряно-сухому стані обережно розсипають на аркуші паперу і дворазово квартують.

2. Наважку 200 г треба послідовно просіяти через кожне сито стандартного набору. При цьому сито ставлять похило і обережно постукують по краю.

3. Матеріал, що залишився на ситі, зважують, переносять в порцелянову чашку або склянку і накривають папером, на якій написані номер зразка і фракція.

4. Ґрунтову масу, пропущену через перше сито на аркуш паперу, переносять на друге сито і просівають, як зазначено в пункті 2, операцію повторюють з кожним ситом аж до сита з отворами діаметром 0.25 мм.

5. Отримані маси фракцій треба перерахувати на 100% від маси взятої наважки. В результаті розрахунків отримуємо уявлення про зміст агрегатів різної величини в ґрунті.

6. З кожної фракції відбирають 10-20 агрегатів і поміщають в кристалізатор або порцелянову чашку великого діаметру. Агрегати розподіляють по дну чашки на однаковій відстані один від одного.

7. У чашку наливають водопровідну воду так, щоб вона покрила агрегати шаром близько 2 см, після чого чашку залишають у спокої на 20 хв.

8. Після закінчення 20 хв. кожен агрегат скляною паличкою обережно пересувають. При цьому підраховують число збережених і зруйнованих агрегатів.

9. Результати аналізу обчислюються за формулою:

$$A = \frac{a}{b} \cdot 100\%$$

де А – зміст міцних агрегатів в даній фракції, %;

а – кількість агрегатів, що збереглися;

б – кількість взятих для аналізу агрегатів.

Результати заносять в таблицю(табл.4).

Таблиця 4

Зміст водомісних агрегатів в різних фракціях ґрунту

Фракція агрегатів, мм	Зміст агрегатів, %
>10	
10-5	
5-3	
3-2	

Література: [7, 12]

Лабораторна робота № 6

ДОСЛІДЖЕННЯ КИСЛОТНОСТІ (ЛУЖНОСТІ) ҐРУНТУ

Мета роботи: отримання навичок визначення кислотності (лужності) ґрунту.

Матеріали та обладнання: пробірки, лакмусовий папірець, циліндри піпетки мірні, воронки конічні.

Тривалість заняття: 1 година.

Застосовуючи аналіз водної витяжки з ґрунту можна дуже швидко і досить точно визначити тип і ступінь його засолення, необхідність промивок, а при аналізі природних вод – можливість використання їх для зрошення. Даний аналіз є обов'язковим для всіх лужних ґрунтів.

Приготування водної витяжки

На технохімічних терезах зважують 100 г повітряно-сухого ґрунту, просіяного крізь сито з діаметром отворів 1мм. Переносять його у колбу місткістю 750 мл, приливають 500 мл дистильованої води (співвідношення ґрунт: вода 1:5), яка не містить CO₂, а також домішок кальцію, магнію та міді (свіже перегнана або прокип'ячена).

Вуглекислий газ обумовлює перехід карбонатів кальцію та магнію у легкорозчинні форми і дані аналізу будуть неточні. Збільшується загальна лужність та сухий залишок ($\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$).

Колбу закривають пробкою, збовтують три хвилини і відразу фільтрують, переносячи на простий складчастий фільтр як можна більше ґрунту. Для фільтрації застосовують лійки 12–15 см. Перші мутні порції фільтрату знову на фільтр, поки фільтрат не стане прозорим.

Краї фільтру, який вміщено в лійку, повинні бути вище країв лійки приблизно на 1 см, а витяжка, яка фільтрується, у свою чергу на 1–1,5 см не повинна доходити до країв лійки.

Після закінчення фільтрування фільтрат добре перемішують і колбу закривають пробкою; щоб запобігти випаровуванню витяжки і не забруднити її різними газами (HN_3 , пари HCl та ін.), які можуть бути в лабораторії. Аналіз водної витяжки проводять відразу ж після закінчення фільтрування, бо вона через 1–2 доби після отримання легко загниває.

Водні витяжки з торфів та лісових підстилок готують при відношенні 1:20, тобто беруть 25 г повітряно-сухого торфу і 500 мл дистильованої води.

Хід роботи

Для визначення реакції на лакмус 5-10 мл випробуваного фільтрату завадять в пробірку, опускають лакмусовий папірець і фіксують наявність або відсутність почервоніння лакмусу (кисла або лужна реакція).

Література: [5-6]

Лабораторна робота № 7

ВИЗНАЧЕННЯ pH ВОДНОЇ ВИТЯЖКИ ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

Мета роботи: практичне освоєння методики визначення pH водної витяжки потенціометричним методом.

Обладнання та матеріали:

Тривалість заняття – 2 години.

Хід роботи

У чистий сухий стакан місткістю 50 мл відлити 15-20 мл водної витяжки і за допомогою рН-метра визначити рН до другого знаку.

Електроди промивають дистильованою водою, обмивають досліджуваним фільтратом, занурюють в стакан з аналізованої пробою. При цьому кульку скляного вимірювального електрода необхідно повністю занурити в розчин, а сольовий контакт допоміжного електрода повинен бути занурений на глибину 5 - 6 мм.

Відлік величини рН за шкалою приладу проводять, коли показання приладу НЕ будуть змінюватися більш ніж на 0,2 одиниці рН протягом однієї хвилини, через хвилину вимір повторюють, якщо значення рН відрізняються не більше ніж на 0,2, то за результат аналізу приймають середнє арифметичне значення.

Після вимірювань електроди обполіскують дистильованою водою і витирають фільтрувальним папером або м'якою тканиною.

Якщо виникає необхідність знежирити електрод, то його протирають м'якою тканиною, змоченою етиловим спиртом і потім кілька разів обполіскують дистильованою водою і протирають м'якою тканиною.

Обробка результатів вимірювання:

За результат аналізу $X_{\text{сер}}$ приймають середнє арифметичне значення двох паралельних вимірів X_1 та X_2

$$X_{\text{сер.}} = \frac{X_1 + X_2}{2}$$

Точність результатів рН-метру порівнюють з результатами лакмусового індикатора з лабораторної роботи № 7.

Література: [2, 4]

Лабораторна робота № 8

ВИЗНАЧЕННЯ НІТРАТІВ В ҐРУНТІ ЗА ДОПОМОГОЮ НІТРАТОМІРУ ИТ-1201

Мета роботи: практичне освоєння методики визначення нітратів в ґрунті іонометричним методом.

Обладнання та матеріали: іономір; іоноселективний нітратний електрод; електрод порівняння (хлоросрібний, насичений розчином хлориду калію); колби мірні об'ємом 100 мл; піпетки мірні; склянки хімічні об'ємом 50 мл; алюмокалієві галуни (квасцы) – 1% розчин; вихідний стандартний розчин нітратукалію – 0,1 моль/л розчин; вода дистильована.

Тривалість заняття – 2 години.

За існуючими оцінками, в нашій країні до 90% орних земель потребує додавання мінеральних азотних добрив. Однак широке їх застосування таїть ряд негативних наслідків, обумовлених великою рухливістю з'єднань азоту.

Нітрати легко вимиваються з ґрунту і забруднюють поверхневі і ґрунтові води. Відбувається евтрофікація води в поверхневих водоймах, що призводить до надмірного розростання водоростей, що в кінцевому підсумку порушує кисневий режим водойми і викликає загибель гідробіонтів.

Нітрати можуть накопичуватися також в продовольчих і кормових рослинах і далі по харчових ланцюгах потрапляти в організм людини. В кишечнику нітрати здатні під дією бактерій переходити в нітрити, які характеризуються значною токсичністю. Вони здатні з'єднуватися з гемоглобіном крові, переводячи його в метгемоглобін, що перешкоджає переносу кисню кровоносною системою. З нітратів можуть утворюватися нітрозаміни, що володіють канцерогенними властивостями.

Необхідно враховувати, що потрапляння нітратів в організм людини обумовлено не тільки застосуванням селітри в якості азотного добрива. Це можливо в результаті застосування будь-яких (практично всіх) азотовмісних речовин, що використовують для обробки ґрунту, будь то добриво, пестициди або гербіциди.

Так, наприклад, сечовина і її похідні досить широко використовуються в сільському господарстві в якості азотного добрива і хімічних засобів захисту рослин. Сама сечовина малотоксична і не накопичується в організмі, однак здатна впливати на якісні показники води, потрапляючи з ґрунту у водойми. В умовах природних водойм під дією ферменту уреазі протікає гідроліз сечовини. Продуктом гідролізу є аміак, що здатний окислюватися до нітратів і нітритів. Далі процеси у водоймі розвиваються за описаною вище схемою.

У зв'язку з широким застосуванням азотовмісних речовин в сільському господарстві виникла проблема контролю вмісту нітратів у ґрунті та в рослинній продукції. Отримані дані необхідні для складання рекомендацій і нормативів щодо застосування добрив і для здійснення заходів з охорони навколишнього середовища.

Існує кілька методів кількісного визначення нітратів в ґрунті. Всі вони засновані на попередньому витяганні їх в розчин з подальшим визначенням одним з відомих методів. Найбільшого поширення набули метод фотометричного визначення з саліцилатом натрію і полярографічний, рідше – методи з відновленням нітратів до аміаку і нітритів. З появою іонселективних електродів широке застосування отримав іонометричний метод.

Іонометричний метод визначення нітратів в ґрунті заснований на підставі витягу нітратів з ґрунту 1% - им розчином алюмокалієвих галунів і виміру активності нітрат-іона за допомогою іонселективного електрода.

Іонселективні електроди – це електрохімічні напівелементи, в яких різниця потенціалів на кордоні розділу фаз "електродний матеріал" – «електроліт» залежить від концентрації (точніше активності) у розчині іона, що визначається.

Порядок виконання роботи

Підготовка електродів до роботи

Новий іонселективний електрод промивають дистильованою водою і обполіскують при електродним розчином. Потім електрод заповнюють

приелектродним розчином і витримують протягом 24 годин в розчині зконцентрацією NO_3^- 0,1 моль/л. Після цього електрод поміщають на 10 хв. в дистильовану воду, промокають фільтрувальним папером і перевіряють його роботу, використовуючи розчини порівняння. В перервах між роботою електродзберігають в розчині з концентрацією нітрат-іонів 0,1 моль/л.

Побудова калібрувального графіка

Для побудови калібрувального графіка, методом послідовного розведення, в мірних колбах на 100 мл готують калібрувальні розчини нітрату калію наступних концентрацій: 0,01; 0,001; 0,0001 моль/л.

Приготування калібрувального розчину нітрату калію 0,01 моль/л:

- 1) За допомогою піпетки внести 10 мл розчину нітрату калію концентрацією 0,1 моль/л в мірну колбу на 100 мл;
- 2) Долити в мірну колбу дистильованої води до мітки (ризика на горлі колби);
- 3) Розчин в мірній колбі перемішати. Приготований розчин нітрату калію має концентрацію 0,01 моль /л.

З розчину нітрату калію 0,01 моль/л, описаним вище способом готують розчин нітрату калію 0,001 моль/л і т. д. Подібний спосіб приготування називають «послідовне розведення».

У приготованих розчинах проводять вимірювання активності нітрат-іона за допомогою електродної пари. Вимірювання активності починають з розчину зменшеною концентрацією. Електроди перед зануренням в калібрувальні розчини ретельно промивають дистильованою водою і підсушують фільтрувальним папірцем. Показання приладу зчитують після припинення помітного дрейфу показань приладу.

Активність, mV від $pC_{\text{NO}_3^-}$, що представляє собою пряму (примітка $pC_{\text{NO}_3^-} = \lg C_{\text{NO}_3^-}$).

Аналіз проби ґрунту

Проби ґрунту аналізують в повітряно-сухому стані. Для цього зразки ґрунту висушують до постійної маси при температурі 40 °С і пропускають через сито з отворами діаметром 1-2 мм.

20 г проби ґрунту зважують на технічних вагах з точністю до 0,1 г і переносять в скляний стакан. До проби приливають 50 мл 1%-го розчину алюмокалієвих галунів, і перемішують вміст протягом 3 хв. Потім отриману суспензію профільтровують і в фільтраті за допомогою електродної пари вимірюють активність нітрат-іона. Зміст нітрат-іонів знаходять за калібрувальним графіком в одиницях $pC_{NO_3^-}$. Потім за цією величиною за допомогою таблиці або за формулою (1) визначають масову частку азоту нітратів в ґрунті (X , мг/кг).

$$X = \frac{10^{-pC_{NO_3^-}} \cdot M \cdot V \cdot 1000}{m_n} \quad (1)$$

де M – молярна маса NO_3^- , г/ моль;

V – об'єм екстрагуючого розчину, мл;

m_n – маса ґрунту, взятого для аналізу, г.

Таблиця 1 – Перерахунок NO_3^- в масову частку азоту нітратів в ґрунті (X), мг / кг

$pC_{NO_3^-}$	Сотые доли, $pC_{NO_3^-}$									
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
	Массовая доля азота нитратов в почве (X), мг/кг									
2,5	109	107	105	102	100	97,7	95,5	93,3	91,2	89,1
2,6	7,1	85,1	83,2	81,3	79,4	77,6	75,9	74,1	72,4	70,8
2,7	9,2	67,6	66,1	64,6	63,1	61,7	60,3	58,9	57,5	56,2
2,8	5,0	53,7	52,5	51,3	50,0	49,0	47,9	46,8	45,7	44,7
2,9	3,6	42,7	41,7	40,7	39,8	38,9	38,0	37,2	36,3	35,5
3,0	4,7	33,9	33,1	32,4	31,6	30,9	30,2	29,5	28,8	28,2
3,1	7,5	26,9	26,3	25,7	25,1	24,6	24,0	23,4	22,9	22,4
3,2	1,9	21,4	20,9	20,4	20,0	19,5	19,1	18,6	18,2	17,8
3,3	7,4	17,0	16,6	16,2	15,9	15,5	15,1	14,8	14,5	14,1
3,4	3,8	13,5	13,2	12,9	12,6	12,3	12,0	11,8	11,5	11,2
3,5	1,0	10,7	10,5	10,2	10,0	9,8	9,6	9,3	9,1	8,9
3,6	8,7	8,5	8,3	8,1	7,9	7,8	7,6	7,4	7,2	7,1
3,7	6,9	6,8	6,6	6,5	6,3	6,2	6,0	5,9	5,8	5,6
3,8	5,5	5,4	5,2	5,1	5,0	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5
3,9	4,4	4,3	4,2	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5
4,0	3,5	3,4	3,3	3,2	3,2	3,1	3,0	3,0	2,9	2,8

Отримані результати порівнюють з граничнодопустимою концентрацією (ГДК) і роблять висновок про придатність досліджуваної проби ґрунту до використання. ГДК нітратів в ґрунті = 130 мг / кг.

Граничнодопустима концентрація (ГДК) – санітарно-гігієнічний норматив, що встановлює концентрацію шкідливої речовини в одиниці об'єму (води, повітря), маси (ґрунту), яка при впливі за певний проміжок часу практично не впливає на здоров'я людини і не викликає несприятливих наслідків у його потомства.

При аналізі проб в стані природної вологості, отриманий результат (X) перераховують на сухий ґрунт, множачи його на коефіцієнт K_1 і K_2 , які враховують частку вологи в ґрунті і збільшення обсягу екстрагуючого розчину, що взаємодіє з аналізованою пробой, зарахунок вологи, що міститься в ґрунті, які обчислюють за формулами (2) і (3).

$$K_1 = \frac{100}{100 - W} \quad (2)$$

де W – масова частка вологи в аналізованому ґрунті, %;

$$K_2 = \frac{100}{100 - \frac{W}{2,5}} = \frac{250}{250 - W} \quad (3)$$

де 2,5 – співвідношення маси проби ґрунту і обсягу екстрагуючої рідини.

Для визначення масової частки вологи в ґрунті (W , %) навіску ґрунту поміщають в порцелянові стаканчики. Для глинистих, високо гумусних ґрунтів з високою вологістю, навіска становить 15-20 г, для легких ґрунтів з невисокою вологістю – 40-50 г. Стаканчик з пробой разом з кришкою поміщають в сушильну шафу. Нагрівають при $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$. Піщані ґрунти висушують протягом 3 годин, решту – протягом 5 годин. Наступні висушування проводять протягом 1 години для піщаних ґрунтів і 2-х годин – для інших ґрунтів.

Після кожного висушування стаканчики з ґрунтом закривають кришкою, охолоджують в ексикаторі і зважують з похибкою не більше 0,01 г.

Висушування проводять до постійної маси, розрахунок масової частки вологи в ґрунті (W , %) виконують за формулою (4):

$$W = \frac{(m - m_1) \cdot 100}{m - m_2} \quad (4)$$

де m – маса проби з бюксом до висушування, г;

m_1 – маса проби з бюксом після висушування, г;

m_2 – маса порожнього бюкса, г.

Масову частку азоту нітратів у перерахунку на сухий ґрунт (X_1 , мг/кг) визначають за формулою (5):

$$X_1 = X \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (5)$$

де X_1 – масова частка азоту нітратів в перерахунку на сухий ґрунт, мг/кг.

X – масова частка азоту нітратів у вологому ґрунті, мг/кг.

Література: [2-4, 6]

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основна

1. Грунтознавство з основами геології : навч. посіб. / О.Ф. Гнатенко, М.В. Капшик, Л.Р. Петренко, С.В. Вітвицький. – К. : Оранта, 2005. – 648 с.
2. Назаренко, І.І. Грунтознавство з основами геології : підручник / І.І. Назаренко, С.М. Польчина, В.А. Нікорич. – Ченівці : Книги-XXI, 2006. – 504 с.
3. Тихоненко, Д.Г. Геологія з основами мінералогії / Д.Г. Тихоненко, В.В. Дегтярьов, М.А. Щуковський та ін. ; [за ред. Д.Г. Тихоненка]. – К. : Вища шк., 2003. – 287 с.
4. Ковриго, В.П. Почвоведение с основами геологии : учеб. для студ. вуз. / В.П. Ковриго, И.С. Кауричев, Л.М. Бурлакова ; [под ред. В.П. Ковриго]. – М. : Колос, 2000. – 416 с.
5. Почвоведение : учеб. для вуз. / [под ред. И.С. Кауричева]. – 4-е изд. перераб., доп. – М. : Агропромиздат, 1989. – 287 с.
6. Практикум з ґрунтознавства : навч. посіб. / [за ред. Д.Г. Тихоненка, В.В. Дегтярьова]. – 6-е вид., перероб. і допов. – Харків : Майдан, 2009. – 448 с.
7. Полупан, М.І. Класифікація ґрунтів України / М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.А. Величко ; [за ред. М.І. Полупана]. – К. : Аграрна наука, 2005. – 300 с.
8. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України : навч. посіб. / М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.І. Кисіль, В.А. Величко. – К. : Колообіг, 2005. – 304 с.
9. Практикум по почвоведению / [под ред. И.С. Кауричева]. – М. : Агропромиздат, 1986. – 180 с.
10. Агрохимия. – М. : Агропромиздат, 1989. – 655 с.
11. Вакал, А.П. Грунтознавство / А.П. Вакал. – Суми : Джерело, 2001. – 32 с.
12. Польський, Б.М. Основи сільського господарства / Б.М. Польський, М.І. Стеблянко. – К. : Вища шк., 1991. – 295 с.

13. Польський, Б.М. Основи сільського господарства. Практикум / Б.М. Польський, М.І. Стеблянко. – К. : Вища шк., 1992. – 261 с.

14. Чорний, І.Б. Географія ґрунтів з основами ґрунтознавства / І.Б. Чорний. – К. : Вища шк., 1995. – 236 с.

Допоміжна література

1. Почвы Украины и повышение их плодородия. Экология, режимы и процессы, классификация и генетико-производственные аспекты / [под ред. Н.И. Полупана] . – К. : Урожай, 1988. – Т. 1. – 296 с. – (Лит. для каб. агронома) .

2. Почвы Украины и повышение их плодородия. Продуктивность почв, пути ее повышения, мелиорация, защита почв от эрозии и управление плодородием / [под ред. Б.Н. Носко, В.В. Медведева, Р.С. Трускавецкого, Г.Я. Чесняка]. – К. : Урожай, 1988. – Т. 2. – 176 с. – (Лит. для каб. агронома).

3. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії / [за ред. В.П. Гудзя]. – К. : ЦУЛ, 2007. – 408 с.

4. Лихочвор, В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. – 2-е вид., перероб. і допов. – К. : ЦНЛ, 2005. – 808 с.

5. Ганжара, Н.Ф. Практикум по почвоведению / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов, Р.Ф. Байбеков. – М. : Агроконсалт, 2002. – 208 с.

6. Практикум по почвоведению / И.П. Гречин, И.С. Кауричев, Н.Н. Никольский и др. – М. : Колос, 1964. – 424 с.

7. Полевой определитель почв / Мин-во сельского хоз-ва СССР и др. ; [под ред. Н.И. Полупана и др.]. – К. : Урожай, 1981. – 198 с.

8. Атлас почв Украинской ССР / [под ред. Н.К. Крупского, Н.И. Полупана]. – К. : Урожай, 1979. – 124 с.

9. Булигін, С.Ю. Оцінка і прогноз якості земель / С.Ю. Булигін, А.В. Барвінський, А.О. Ачасова. – Харків : Харків. Нац. аграр. ун-т, 2006. – 262 с.

10. Канівець, В.І. Життя ґрунту / В.І. Канівець. – К. : Аграрна наука, 2001. – 132 с.

11. Малюк, Т.В. Навчально-польова практика з ґрунтознавства : метод. рек. з орг., проходження навч.-польової практики з дисципліни «Ґрунтознавство з основами геології» студентами другого курсу напряму-6.090101 «Агрономія», ОКР «Бакалавр» / Т.В. Малюк, Т.М. Кравченко. – Мелітополь : ТДАТУ, 2014. – 29 с.

12. Охорона ґрунтів : підруч. для студ. аграр. закл. освіти III-IV рівнів акредитації / М.К. Шикіула, О.Ф. Гнатенко, Л.Р. Петренко, М.В. Капштик. – 2-ге вид., випр. – К. : Знання, 2004. – 399 с.

13. Дмитренко, І.А. Екологічне право України : підручник / І.А. Дмитренко. – К. : Юрінком Інтер, 2001. – С. 182-192.

14. Про охорону навколишнього природного середовища. Закон України від червня 1996 року № 1264-XII [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>.