

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

кафедра агрохімії і ґрунтознавства

Методичні вказівки

для проведення лабораторних занять з курсу «**ГРУНТОЗНАВСТВО**»
для студентів початкового рівня (короткого циклу)
спеціальності 091 «Біологія»

Умань 2022

Методичні вказівки для проведення лабораторних занять з дисципліни «Грунтознавство» для студентів початкового рівня (короткого циклу) спеціальності 091 Біологія. Умань: Уманський національний університет садівництва, 2022 р. 40 с.

Укладач: Стасіневич О.Ю.– кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Рецензент: Карпенко В.П. – доктор сільськогосподарських наук, професор

Методичні вказівки схвалені на засіданні кафедри агрохімії і ґрунтознавства (протокол № 3 від 30.09.2022 р.)

Затверджено і рекомендовано до видання методичною комісією факультету плодовоовочівництва, екології та захисту рослин (протокол № 3 від 07. 10. 2022 р.)

УДК 631:40
@ Стасіневич О.Ю., 2022

Зміст

1. Техніка безпеки підчас проведення робіт у агрохімічних лабораторіях. Підготовка ґрунту до аналізу.	4
2. Визначення густини, щільності і пористості ґрунту.	7
3. Визначення вологості ґрунту.	10
4. Визначення вмісту гумусу в ґрунті.	13
5. Розрахунок балансу гумусу у сівозміні.	18
6. Визначення кислотності ґрунту.	27
7. Визначення потреби ґрунту у вапнуванні і розрахунок норми вапна.	29
8. Визначення ступеня солонцюватості ґрунтів і доз гіпсу.	33
9. Рекомендована література.	39

1. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ У АГРОХІМІЧНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ. ПІДГОТОВКА ҐРУНТУ ДО АНАЛІЗУ.

Лабораторні і практичні заняття студентів відбуваються у спеціально обладнаних аудиторіях – навчальних лабораторіях кафедри агрохімії і ґрунтознавства.

На першому занятті студенти вивчають правила і техніку безпеки під час роботи в агрохімічних лабораторіях, ознайомлюються з методичною літературою для виконання лабораторно-практичних робіт.

Під час виконання лабораторно-практичних робіт за кожним студентом закріплено постійне місце за робочим столом, студентам видають зразки ґрунту, які зберігаються у спеціально виділених шафах чи столах. Обладнання та прилади (сушильні шафи, ексикатори, ваги, рН-метри, набори сит, ступки для розтирання зразків ґрунту, коробкові зразки ґрунтової структури, кольорова шкала ґрунтів, зразки новоутворень і включень та ін.) знаходяться в межах навчальних агрохімічних аудиторій або у спеціально виділених приміщеннях. Необхідний хімічний посуд і реактиви студентам видають безпосередньо перед початком лабораторних занять.

Заходити в приміщення навчальної агрохімічної лабораторії та перебувати в ній студенти мають право лише з дозволу викладача або лаборанта.

Студенти, які починають виконувати лабораторні роботи, мусять ознайомитися з інструкцією з техніки безпеки і розписатися про проходження інструктажу у відповідному журналі. Інструктаж з техніки безпеки проводять викладачі кафедри.

У разі роботи з хімічними реактивами слід виконувати такі вимоги:

- а) хімічні реактиви мають бути закриті;
- б) посуд з хімічними реактивами переносять, тримаючи одночасно за шийку та підтримуючи знизу;
- в) під час переливання рідини з посуду в посуд обов'язково користуватися лійками, а при роботі з сухими реактивами – шпателями, лопаточками, фарфоровими чи пластмасовими ложечками;

г) роботу зі шкідливими, отруйними, вибухонебезпечними речовинами проводять тільки у витяжній шафі, дотримуючись таких застережень:

- нагріваючи рідину в пробірці або колбі, не можна тримати її отвором до себе або сусіда, нахилитися над посудом, в якому відбувається реакція;
- розводячи концентровані кислоти (особливо сірчану) завжди потрібно доливати кислоту у воду, а не навпаки;
- концентровані розчини кислот і лугів, а також отруйні рідини можна відбирати, використовуючи тільки мірні циліндри або піпетку з гумовою грушею;
- не можна перемішувати кислоти з іншими речовинами, збовтувати або закривати пробірку пальцем. Перемішувати кислоти у пробірці можна

тільки легким постукуванням пальцем по нижній її частині;

- усі реактиви необхідно берегти від забруднення та користуватися чистими піпетками;
- не слід плутати корки від посуду, якими він закривається, щоб запобігти його забрудненню;
- на всьому посуді з реактивами мають бути етикетки з назвою реактиву, його нормальністю, концентрацією тощо;
- реактиви, які змінюються під впливом світла, слід зберігати лише в посуді з темного скла;

д) кип'ятіння, випаровування кислот та летких сполук необхідно проводити тільки у витяжній шафі;

е) під час роботи з вогненебезпечними та вибуховими речовинами поблизу не має бути відкритого вогню або сильно нагрітих приладів;

є) нерідко під час роботи може виникнути небезпека пожежі, тому для запобігання такій ситуації слід дотримуватися правил протипожежної безпеки.

Користуватися приладами, електричними нагрівачами, газовими пальниками можна тільки після ознайомлення з принципом їхньої роботи та з дозволу і під контролем викладача.

Під час виконання лабораторних робіт у результаті недотримання правил техніки безпеки можуть траплятися випадки, які потребують невідкладної медичної допомоги: порізи, опіки кислотами та лугами, ураження електричним струмом. У таких випадках надають відповідну першу допомогу і в разі необхідності потерпілого відправляють у медичний пункт.

Після ознайомлення з правилами техніки безпеки під час роботи в агрохімічних лабораторіях роблять записи у спеціальних журналах, з обов'язковим підписом кожного студента.

Підготовка ґрунту до аналізу

Для визначення хімічного складу ґрунту і його фізичних властивостей беруть в полі зразки з місць, однорідних за характером рельєфу, рослинністю та агротехнічним станом.

Зразки ґрунту беруть буром Некрасова, Качинського чи іншими або безпосередньо з ям. На ділянці, яка має рівнинний рельєф, зразки відбирають по діагоналі, на невіривняній - теж по діагоналі, але з кожного елемента рельєфу.

Зразки беруть з відповідних глибин і з декількох точок, змішують і з кожного змішаного зразка беруть середню пробу масою 1 кг, переносять в мішечок з етикеткою, на якій зазначають графітним олівцем № поля, ями, глибину взяття зразка, назву господарства і підпис особи, яка брала зразок. Якщо досліджують великі масиви земель, то зразки беруть з генетичних горизонтів - окремо з усіх виявлених генетичних типів ґрунтів на даній території.

Відбір зразків ґрунту з розрізу (на прикладі дерново-підзолистого ґрунту).

На передній стінці розрізу за допомогою мірної стрічки або дерев'яного метра розділяють профіль на генетичні горизонти, в польовому щоденнику або журналі позначають їхні індекси (HE, E, I, P) і глибину залягання. Потім

зачищають стінку (згори вниз) і широким ножом позначають місця, де відбиратимуть зразки.

Зразки відбирають знизу вгору, починаючи з нижнього горизонту і закінчуючи верхнім (орним шаром). Зразки виймають у вигляді монолітів з середини генетичного горизонту завдовжки 10, завширшки 8 - 10 і завтовшки 6 - 8 см. В орному шарі беруть два зразки – з глибини 0–10 і 10–20см, а в підорному - один (з його середини).

В ілювіальному (І) горизонті залежно від його величини беруть два або три зразки: в нижній, середній і верхній частинах. Кожний зразок вміщують у пронумерований мішечок, куди кладуть етикетку, на якій записують адресу, назву поля чи досліду, номер розрізу, горизонт, глибину відбирання зразка, дату і прізвище виконавця.

У лабораторії ґрунт подрібнюють, висушують до повітряно-сухого стану, відбирають рослинні рештки і просівають крізь сито з отворами до 1 мм.

Підготовка зразка ґрунту до лабораторного аналізу.

Зразок ґрунту, взятий у полі, називають сирим зразком. Щоб визначити валовий вміст P_2O_5 , K_2O , CaO , MgO , Na_2O чи інших зольних та органічних речовин, зразки доводять до повітряно-сухого стану. Для цього їх необхідно перенести в окрему кімнату, розстелити тонким шаром на папері і сушити протягом 10–14 днів. Зразок ґрунту, висушений на повітрі, називають повітряно-сухим. Вологість повітряно-сухого зразка зветься гігроскопічною. Кількість гігроскопічної вологи в ґрунті залежить від його хімічного та гранулометричного складу і насиченості повітря водяними парами. Кількісно ця волога дорівнює відносній вологості повітря.

Із зразка ґрунту, доведеного до повітряно-сухого стану, потрібно відібрати середню пробу масою 300–400 г і вилучити з неї механічні включення (камінці, коріння та ін.), ґрунт розтерти дерев'яним товкачиком у фарфоровій ступці і просіяти крізь сито, знову розтерти і просіяти. Так повторювати доти, поки на ситі не залишиться крупний пісок або дрібні камінці, які враховують окремо.

ґрунт, який пройшов крізь сито, слід перенести у банку з притертою пробкою. В такому стані він може бути використаний для всіх аналізів, крім структурного. Для кожного виду аналізу необхідно брати окремо середню пробу. Для виділення середньої проби ґрунт необхідно висипати з банки на папір, розстелити тонким шаром, розділити на квадрати і з кожного квадрата взята шпателем маленькі проби, які потім змішати. Це і буде середній зразок ґрунту для аналізу.

2. ВИЗНАЧЕННЯ ГУСТИНИ, ЩІЛЬНОСТІ І ПОРИСТОСТІ ҐРУНТУ

Визначення густини ґрунту

Густиною ґрунту (питомою масою) називається маса 1 см³ його твердих частинок, або це відношення маси певного об'єму твердої фази ґрунту до маси такого ж об'єму води. У склад твердих частинок входять пісок, глина, нерозчинні органічні та мінеральні з'єднання, залишки мікроорганізмів та ін.

Густина залежить від того, які мінерали переважають у складі ґрунту а також від вмісту в ньому органічних речовин і коливається від 2,3 до 2,9 г/см³. Так, якщо у ґрунті переважає пісок, то густина такого ґрунту знаходиться в межах 2,7 г/см³, якщо переважають глинисті мінерали 2,5 г/см³. Чим більше в ґрунті мінеральних частинок і чим більша їх густина, тим більша густина ґрунту. Чим більше в ґрунті гумусу, тим менше його густина, бо густина органічних речовин не перевищує 1,7 г/см³. Тому найменша густина в ґрунтів, багатих на гумус і торф; максимальна густина – в ґрунтів малогумусних і тих, що утворюються на магматичних породах. Так, густина чорнозему з 7–10 % гумусу складає 2,4 г/см³, дерново-підзолистого ґрунту з 2,5 % гумусу – 2,6 г/см³.

Знання про густина ґрунту, необхідні при визначенні його пористості, характеризують мінералогічний (петрографічний) склад ґрунту, вміст органічних речовин, відношення між мінеральною і органічною частинами.

Мета роботи. Ознайомитися із методикою визначення густини ґрунту.

Завдання: 1. Законспектувати методику визначення густини ґрунту.

2. Вказати в чому полягає суть методу визначення, та для чого ми проводимо цей аналіз ґрунту.

3. Вказати порядок проведення даного аналізу ґрунту.

Суть методу визначення густини ґрунту полягає у визначенні маси певного об'єму ґрунту і відношенні її до маси такого ж об'єму води. Для цього користуються пікнометром місткістю 100 мл, при визначенні слід враховувати гігроскопічну вологість ґрунту.

Хід роботи

1. У великій колбі прокип'ятити протягом 30 хв дистильовану воду для видалення з неї повітря і охолодити до кімнатної температури.

2. Налити в пікнометр (скляна мірна колба місткістю 100 мл) води до позначки, зважити на технохімічних вагах з точністю до 0,001 г. Воду з пікнометра вилити у склянку.

3. Зважити на аналітичних вагах 10 г сухого розтертого ґрунту і перенести його в пікнометр. Долити кип'яченої води приблизно до 2/3 об'єму пікнометра. Паралельно визначити гігроскопічну вологість цього ґрунту.

4. Вміст пікнометра прокип'ятити на електроплитці 30 хв. для витіснення повітря з ґрунту, охолодити і долити водою до позначки, після чого зважити.

5. Густина ґрунту (ГГ г/см³) обчислити за формулою:

$$\Gamma\Gamma = m_{\Gamma} \cdot K_{\Gamma} / m_{\text{в}} + m_{\Gamma} - m_{\text{в}+\Gamma}$$

де: m_{Γ} – маса сухого ґрунту, г;

$m_{\text{в}}$ – маса пікнометра з водою;

$m_{\text{в}+\Gamma}$ – маса пікнометра з водою і ґрунтом;

K_{Γ} – тут і далі коефіцієнт гігроскопічності ґрунту.

Визначення щільності ґрунту.

Щільність ґрунту (об'ємна маса ґрунту) - це маса 1 см³ сухого ґрунту, взятого без порушення його природного зложення, або маса 1 см³ сухого ґрунту разом з його порами. Через це щільність ґрунту завжди менша, ніж густина, і коливається в межах від 1,0 до 1,8 г/см³. Щільність ґрунту головним чином залежить від мінералогічного і гранулометричного складу, вмісту органічних речовин, структурного стану, зложення і ступеня обробітку ґрунту, вона обумовлює його здатність пропускати і утримувати вологу, повітря, чинити опір ґрунтообробним знаряддям тощо.

Менша щільність спостерігається у верхніх гумусних структурних горизонтах ґрунтів, найбільша - в ілювіальних і глейових горизонтах. Найбільш сприятлива щільність верхніх горизонтів ґрунту, для культурних рослин вона складає 0,95 – 1,15 г/см³.

За щільністю гуму сованих горизонтів ґрунт класифікують:

- **пухкий** – 0,90–0,95 г/см³;
- **нормальний** – 0,95–1,15 г/см³;
- **щільний** – 1,15–1,25 г/см³;
- **дуже щільний** – більше 1,25 г/см³.

За щільністю ґрунту можна визначити його походження, мінералогічний і гранулометричний склад, вміст органічних речовин, структурний стан, пористість ґрунту, вміст в ньому води, повітря, поживних речовин чи інших сполук в орному чи іншому горизонті.

Об'ємну масу ґрунту визначають різними методами.

Зразки з не порушеною будовою. Найчастіше такі аналізи роблять у пробах ґрунту з різних генетичних горизонтів ґрунтових розрізів (ям). Виконують їх в 3–5 повторностях, використовуючи бур Качинського з набором металевих циліндрів (об'єм відомий).

Мета роботи. Ознайомитися та оволодіти методикою визначення щільності ґрунту.

Завдання: 1. Законспектувати значення аналізу, принцип методу та хід роботи визначення щільності ґрунту

2. Провести визначення щільності ґрунту відповідно до методики.

3. Провести розрахунок вмісту щільності ґрунту за формулою.

Суть методу полягає у визначенні маси одиниці об'єму, взятого в полі ґрунту з непорушеною будовою.

Хід роботи

Зразки з непорушеною будовою

1. Зважити на технохімічних вагах (з точністю до 0,01 г) металеві циліндри з кришками. Записати їх номери і маси.
2. Металеві циліндри без кришок, підставивши дошку товщиною 1 см, дерев'яним молотком забити в ґрунт (посередині генетичного горизонту).
3. Ґрунт навколо циліндра обчистити ножем, циліндр зверху накрити кришкою, знизу ґрунт підрізати ножем чи лопатою, витягти циліндр - з ґрунтом. З нижнього кінця циліндра ґрунт зрізати ножем нарівні країв, закрити кришкою. Обтерти циліндри.
4. Циліндр з ґрунтом зважити, висушити в сушильній шафі до сталої маси при температурі 100–105°C. Знову зважити і обчислити щільність ґрунту (**ЩГ**, г/см³) за формулою:

$$\text{ЩГ} = m_{\text{г}} \cdot \text{КГ} / V_{\text{ц}}$$

де: $m_{\text{г}}$ – маса сухого ґрунту, г;

$V_{\text{ц}}$ – об'єм ґрунту в циліндрі, см³.

Зразки з порушеною будовою

Інколи в лабораторних умовах об'ємну масу ґрунту визначають у зразках з порушеною будовою. Цей метод менш точний, але й він підтверджує залежність цього показника від генетичного горизонту ґрунту, вмісту піску, глини, гумусу тощо.

Суть методу полягає у визначенні маси певного об'єму ґрунту з порушеною структурою за допомогою мірного циліндра.

Хід роботи

1. Зважити на технохімічних вагах скляний мірний циліндр місткістю 100 мл з точністю до 0,01 г.
2. Насипати в циліндр сухого розтертого ґрунту приблизно 80-90 см~, ущільнюючи його шляхом струшування.
3. Зважити циліндр з ґрунтом і визначити щільність ґрунту за попередньо наведеною формулою.

Визначення пористості ґрунту.

Тверді частинки ґрунту прилягають одна до одно нещільно, між ними є невеликі проміжки, чи пори. Сумарний об'єм всіх пор, чи проміжків між твердими частинками ґрунту в одиниці об'єму називається *пористістю*, або *шпаруватістю*. Вона обумовлює вологоємність, водопроникність, капілярне підняття води, аерацію ґрунту, напрямок та інтенсивність біохімічних процесів тощо. В свою чергу пористість ґрунту залежить від гранулометричного агрегатного його складу, структури, вмісту гумусу, форм ґрунтових частинок, дії на ґрунт рослин і тварин, набухання і осідання ґрунту, зложення. Пористість поділяють на загальну, капілярну і не капілярну.

Загальна пористість – це сума об'ємів усіх пор. Найбільша пористість

спостерігається в структурних добре гумусованих чорноземах (55–65 %), найменша – в піщаних і оглеєних ґрунтах (30 %). У структурних ґрунтах є капіляри й некапілярні пори. *Капілярна* являє собою сукупність усіх найтонших (капілярних) пор зазвичай утворених глинистими часточками ґрунту і знаходяться в самих грудочках. *Не капілярна пористість* – сукупність крупних проміжків між агрегатами або крупними піщаними часточками.

Атмосферна вода по некапілярних проміжках проникає в ґрунт і досить швидко потрапляє в капіляри, що знаходяться в грудочках; в той же час некапілярні проміжки заповнюються повітрям. Оптимальним відношенням між капілярною і некапілярною пористістю вважається 1:1.

У сільськогосподарському виробництві на пористість можна впливати різними прийомами обробітку (оранкою, культивацією, боронуванням, коткуванням, внесенням добрив посівом певних культур). Пористість обумовлює ряд важливих властивостей ґрунту і процесів які в ньому відбуваються. З пористістю ґрунту тісно зв'язаний повітряний режим, поєднання аеробних та анаеробних умов, напрямок, темп біохімічних та мікробіологічних процесів. Відповідно визначення пористості ґрунту має важливе значення.

Мета роботи. Ознайомитися та оволодіти методикою визначення пористості ґрунту.

Завдання: 1. Законспектувати значення аналізу, принцип методу та хід роботи визначення пористості ґрунту

2. Провести визначення пористості ґрунту відповідно до методики.

3. Провести розрахунок пористості ґрунту за формулою, зробити висновок про пористість даного ґрунту.

Суть методу полягає у розрахунку пористості ґрунту на основі даних його густини та щільності.

Загальна пористість ґрунту (ПГ, %) залежить від його густини і щільності:

$$ПГ = (1 - \frac{ЩГ}{ГГ}) \cdot 100$$

де: $\frac{ЩГ}{ГГ}$ – щільність ґрунту, г/см³;

ГГ – густина твердої фази ґрунту, г/см³;

1 – 1 см³ ґрунту з не порушеною будовою.

3. ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ

Гігроскопічна вода в ґрунті

Ґрунт має властивості адсорбувати, тобто поглинати вологу з повітря і міцно втримувати її на поверхні своїх частинок у вигляді дипольних молекул води в кілька шарів завдяки силам адсорбції. Така властивість ґрунту називається гігроскопічністю, а поглинена вода – гігроскопічною. Найбільшу масу гігроскопічної води ґрунт містить при повному насиченні повітря водяною

парою, тобто при відносній вологості близькій до 100 %. Ця кількість гігроскопічної води називається максимальною гігроскопічною водою.

Кількість гігроскопічної води залежить від мінералогічного і гранулометричного складу ґрунту, вмісту в ньому гумусу і насичення повітря водяною парою. Чим вищий ступінь дисперсності (роздріблення) ґрунту і відповідно більша сумарна поверхня частинок, тим більше гігроскопічної води втримає ґрунт. Найбільший вміст гігроскопічної води мають глинисті ґрунти, найменше – піщані. Органічні колоїди і гумус взагалі більш гігроскопічні, ніж мінеральні частинки ґрунту. Чим більше в ґрунті легкорозчинних гігроскопічних солей (наприклад в солончаках), тим вища його гігроскопічність. З підвищенням температури вміст гігроскопічної води зменшується.

Таким чином, найбільше гігроскопічної води містять глинисті багатогумусні засолені ґрунти.

Гігроскопічна вода утримується ґрунтом з великою силою, що значно перевищує всмоктувальну силу коріння рослин, тому вона недоступна для них.

Вологість, виражена у відсотках до маси сухого ґрунту, при якій починається в'янення рослин, називається коефіцієнтом в'янення, або вологістю в'янення. В різних ґрунтах і для різних рослин коефіцієнт в'янення неоднаковий. Вважають, що в середньому він в півтора рази більший за максимальну гігроскопічну вологу ґрунту.

Показник гігроскопічності використовується в розрахунках аналізів на сухий ґрунт, дає уявлення про гранулометричний склад, вміст гумусу, запаси доступної (продуктивної) вологи в ґрунті, враховується при розрахунках норм поливів.

Суть методу визначення гігроскопічної вологи полягає у висушуванні проби ґрунту в сушильній шафі при температурі 100-105⁰ С до сталої маси. За різницею маси ґрунту до висушування і після нього обчислюють вміст гігроскопічної води.

Хід роботи. 1. На аналітичних вагах зважити висушений до сталої маси в сушильній шафі при температурі 100–105⁰ С металевий бюкс (чи склянку з притертою кришкою). Насипати в бюкс 5–10г повітряно-сухого ґрунту, просіяного крізь сито з отворами 1мм.

2. Бюкс з ґрунтом з відкритою кришкою висушити в сушильній шафі протягом 5 год при температурі 105⁰ С.

3. Після цього бюкс з ґрунтом витягти із шафи, закрити кришкою, охолодити в ексикаторі, зважити. Різниця між масою повітряно-сухої і сухої наважки означатиме масу гігроскопічної води.

4. Вміст гігроскопічної води в ґрунті (ГВ,%) обчислити за формулою:

$$ГВ = \frac{100 \cdot m_B}{m_r},$$

Де m_B – маса води, що випарувалася, г; m_r – маса сухого ґрунту (після випаровування), г; 100 – коефіцієнт переведення у відсотки.

Коефіцієнт перерахунків результатів аналізу повітряно-сухого ґрунту обчислюють за формулою

$$K_{H_2O} = \frac{100 + ГВ}{100}$$

Капілярна вологоємність ґрунту

Суть методу полягає у визначенні маси води, яку ґрунт може поглинути при стиканні її з поверхнею. Визначення можна робити в зразках ґрунту з порушеною і непорушеною будовою.

Хід роботи. 1. У буровий циліндр покласти кружечок фільтрувального паперу, змочити його водою і зважити циліндр з сіткою на технологічних вагах з точністю до 0,01г.

2. Зняти сітку, вставити циліндр в буровий патрон і на заданій глибині взяти пробу ґрунту буром Некрасова або Качинського. Одночасно взяти пробу ґрунту в бюкси для визначення польової вологості.

3. Після цього вийняти циліндр з бурового патрона, закрити кришками, перенести до лабораторії, обережно зняти кришки, надіти сітку з фільтрувальним папером, обтерти циліндр і зважити його з ґрунтом на технологічних вагах.

При роботі з розтертими зразками ґрунт насипати в той же циліндр приблизно на 2/3 об'єму, ущільнюючи його струшуванням в міру насипання, і зважити.

4. Зважений циліндр з ґрунтом помістити в кристалізатор і налити води до вінців сітки (приблизно 1 см). Циліндр прикрити кришкою і залишити до повного заповнення всіх капілярів водою.

5. Після того, як поверхня ґрунту зверху в циліндрі буде змочена водою (це означає, що вода заповнила капіляри), циліндр з ґрунтом вийняти з кристалізатора і поставити на фільтрувальний папір на 2-3 хв, щоб видалити воду, яка не може втримуватися ґрунтом.

6. Через 3 хв обтерти циліндр, зважити на технологічних вагах і знову поставити у воду. Насичення ґрунту водою та зважування повторити до одержання сталої маси.

Різниця між масою ґрунту до насичення і після нього становитиме масу води, що надійшла в ґрунт по капілярах.

7. Капілярну вологоємність (КВ, %) до сухого ґрунту обчислити за формулою

$$\text{КВ} = \frac{m_{\text{В}}}{m_{\text{Г}}} 100,$$

Де m – маса води; $m_{\text{Г}}$ – маса сухого ґрунту, г; 100 – коефіцієнт переведення у відсотки.

Повна вологоємність ґрунту.

Суть методу полягає у визначенні кількості води, яка заповнює всі пори між ґрунтовими частинками.

Хід роботи. 1. Після визначення капілярної вологоємності циліндр з ґрунтом помістити в кристалізатор, налити води, щоб вона знаходилася на рівні з ґрунтом в циліндрі. Циліндр з ґрунтом тримати у воді доти, поки вода виступить на поверхню ґрунту. Це означає, що вода заповнила всі некапілярні проміжки.

2. Вийняти циліндр з води і поставити на фільтрувальний папір, міняючи його протягом 3 хв для видалення води, яка не утримується ґрунтом. Обтерти циліндр і зважити його на технологічних вагах з точністю до 0,01 г.

Насичення ґрунту водою і зважування повторити до одержання сталої маси.

3. Повну вологоємність ґрунту (ЗВ, %) обчислити за формулою

$$\text{ЗВ} = \frac{m_{\text{В}}}{m_{\text{Г}}} 100.$$

4. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ГУМУСУ В ҐРУНТІ

Гумус (лат. humus – земля, ґрунт) – це темно-забарвлена органічна речовина ґрунту, що утворюється в результаті біохімічних перетворень рослинних і тваринних решток. До складу гумусу входять гумінові кислоти (найважливіші для родючості ґрунтів) і фульвокислоти (кренова, апокренова

кислоти). На гумус припадає 85–90 % всіх органічних речовин ґрунту. До складу органічних речовин відносяться також сполуки рослинного, тваринного і мікробного походження, що містять клітковину, лігнін, білки, цукор, смоли, жири, дубильні речовини, а також проміжні продукти їх розпаду. Ґрунтовий гумус знаходиться в тісній взаємодії з мінеральною колоїдною частиною ґрунту і важко від неї відокремлюється будь-яким прийомом.

До складу гумусу входить 58 % вуглецю, 32,8 % кисню, 305–405 % водню тощо.

Гумус впливає на родючість, колір, фізичні властивості ґрунту тощо.

Метод Тюріна. Суть методу ґрунтується на окисленні вуглецю гумусу 0,4 н. розчином двохромовокислого калію ($K_2Cr_2O_7$) виготовленого на сірчаній кислоті з розведенням у воді у відношенні 1:1. За кількістю біхромату калію, що пішла на окислення, визначають вміст гумусу.

Метод, який запропонований І.В. Тюріним, на відміну від інших, відзначається простотою, точністю і швидкістю визначення гумусу.

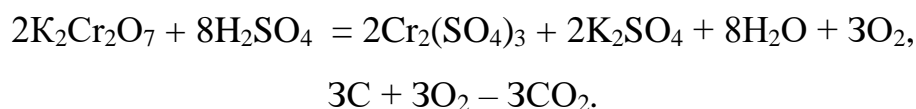
Обладнання і реактиви: фарфорові ступки, суконки, скляні палички, сита з отворами 0,25 мм, торсійні ваги, колби ємністю 100 і 500 мл, електроплитка, лійки, бюретки, промивалки, 0,4 н. розчин $K_2Cr_2O_7$ (39,23 г біхромату калію розчиняють в 1 л розведеної водою 1:1 сірчаної кислоти), 0,2 н. розчин солі Мора $FeSO_4(NH_4)_2SO_4$ (78.4 г солі розчиняють в мірній колбі на 1 л і доводять водою до позначки), дифеніламін.

Хід роботи 1. Із загальної проби взяти 50–60 г ґрунту, розтерти в ступці й просіяти крізь сито з отворами 1 мм. Ґрунт розстелити на папері тонким шаром і за допомогою скляної палички, наелектризованої суконкою, не торкаючись поверхні, провести над ґрунтом. Корінці та інші рослинні рештки, що не втратили ще анатомічної будови, чіпляються до палички. Вибірання повторити кілька раз.

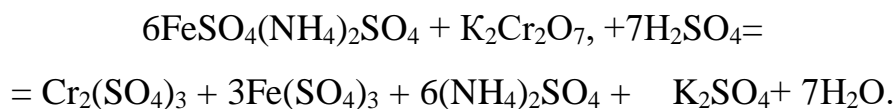
2. Частину ґрунту перенести у фарфорову ступку, розтерти дерев'яним товкачиком і просіяти крізь сито з отворами 0,25 мм. З виготовленої проби відважити на торсійних (або аналітичних) вагах наважку ґрунту від 0,1 до 0,5 г.

Маса наважки буде залежати від вмісту гумусу: чим більше в ній гумусу, тим менша її маса.

Наважку ґрунту обережно перенести в конічну колбу ємністю 100 мл і додати з бюретки 10 мл двохромовоокислого калію. В шийку колби вставити лійку діаметром 4 см для зменшення випаровування, поставити на електроплитку з сіткою і кип'ятити 5 хв, не допускаючи бурного кипіння. При кип'ятінні двохромовоокислий калій і сірчана кислота розкладаються з виділенням кисню, який і окислює вуглець гумусу:



проте не весь кисень витрачається на окислення вуглецю ґрунтового гумусу. Частина його, що не пішла безпосередньо на окислення ґрунтового гумусу, визначається за окисленням солі закису заліза, який входить до складу солі Мора. Проводиться так зване зворотне титрування залишку розчину хромової суміші 0,2 н. розчином солі Мора. При цьому відбувається реакція



3. Розчин $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, що утворюється в результаті реакції, має темно-зелене забарвлення, тому, коли при кип'ятінні всі 10мл $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ віддадуть свій кисень для окислення вуглецю гумусу, вміст колби позеленіє. Цього допускати не можна. Потрібно слідкувати за тим, щоб в розчині завжди був надлишок $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, який своїм забарвленням затушовує темно-зелений колір $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, що утворюється.

Як тільки колір суспензії в колбі при кип'ятінні почне зеленіти, колбу треба зняти з електроплитки, охолодити, долити ще 10 мл $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ і знову кип'ятити 5хв (час відраховується з моменту закипання).

4. Після закінчення кип'ятіння колбу охолодити і її вміст перенести в іншу колбу ємністю 500 мл. Колбу, в якій кип'ятили суспензію, кілька раз обполіснути дистильованою водою. Об'єм води у великій, колбі повинен становити приблизно 200 мл.

5. До суспензії додати 8 крапель дифеніламіну і вміст колби збовтати (рідина набуває темно-бурого забарвлення).

6. Відтитрувати $K_2Cr_2O_7$ (що не вступив у реакцію і залишився після кип'ятіння) 0,2 н. розчином солі Мора до темно-зеленого забарвлення. При цьому потрібно уважно слідкувати за зміною забарвлення рідини. Від додавання 1–2 крапель розчину солі Мора воно буде змінюватися поступово: від фіолетового, синього, а потім до темно-зеленого.

7. Провести контрольне титрування двохромовокислого калію розчином солі Мора для встановлення еквівалентного відношення між ними. Для цього в колбу ємністю 300 мл налити приблизно 200 мл води, додати спочатку 10 мл розчину $K_2Cr_2O_7$ і перемішати, а потім 8–10 крапель дифеніламіну і знову збовтати. Одержаний розчин відтитрувати 0,2 н. розчином солі Мора до темно-зеленого кольору. Вміст гумусу (х, %) обчислити за формулою:

$$X = \frac{(a-b) \cdot T \cdot 0,0010362 \cdot 100 \cdot КГ}{m_r}$$

де а – кількість 0,2 н. розчину солі Мора, що пішла на титрування 10 мл $K_2Cr_2O_7$ (контрольне титрування), мм; б – кількість 0,2 н. розчину солі Мора, використаної на титрування залишку $K_2Cr_2O_7$, що не брав участі в окисленні гумусу і залишився після кип'ятіння; Т – поправка до титру солі Мора; 0,0010362 – гумусове число, запропоноване Іщерикивим, яке означає, що 1 мл 0,2 н розчину солі Мора відповідає 0,0010362 г гумусу; 100 – число для переведення у відсотки; КГ – коефіцієнт гігроскопічності; m_r – наважка повітряно-сухого ґрунту, г.

Метод Тюріна в модифікації В. М. Симакова. У модифікації визначення гумусу спочатку і до моменту закінчення п'ятихвилинного кип'ятіння проводиться так, як і за методом Тюріна.

Подальший хід аналізу.

5. Після кип'ятіння колбу з суспензією охолодити, з промивалки обмити дистильованою водою лійку та стінки колби, довести об'єм води в ній до 30-40мл.

6. У колбу з суспензією додати 4–5 крапель 0,2 %-го розчину фенілантранілової кислоти і вміст колби збовтати.

7. Відтитрувати $K_2Cr_2O_7$, що не вступив в реакцію і залишився після кип'ятіння, 0,2 н. розчином солі Мора. Кінець титрування визначається переходом вишнево-фіолетового кольору в зелений.

8. Провести контрольне титрування. Для цього в колбу місткістю 100 мл налити 30–40 мл дистильованої води, додати 10 мл $K_2Cr_2O_7$, перемішати і знову додати 4–5 крапель індикатора (фенілантранілову кислоту), відтитрувати розчином солі Мора.

Результати аналізу обчислити за формулою Тюріна.

5. РОЗРАХУНОК БАЛАНСУ ГУМУСУ У СІВОЗМІНІ

Збереження та підвищення родючості ґрунтів – одне з основних завдань як науковців, так і практиків. За останній час у сільському господарстві відбулися значні зміни. Недотримуються науково обґрунтовані системи сівозмін, проводиться мінімізація обробітку ґрунту, різко знизилась обсяги застосування органічних і мінеральних добрив та зросла кількість побічної рослинної продукції, яка заорюється в ґрунт. Все це суттєво вплинуло на рівень родючості ґрунту і, в першу чергу, на вміст гумусу та рухомих поживних речовин.

Проблема збереження та підвищення природної родючості ґрунтів є базовою як при оцінюванні рівня живлення сільськогосподарських культур зокрема, так і при аналізі використання земель сільськогосподарського призначення загалом. В цій проблемі важливе значення займає питання балансу гумусу як основного критерію екологічної стійкості землеробства.

Тривале інтенсивне сільськогосподарське використання порушує екологічну рівновагу, що призводить до зменшення вмісту органічної речовини у ґрунтах, зниження рівня їх родючості. Втрати гумусу у чорноземах України за час сільськогосподарського використання становлять близько 50%. За останнє десятиріччя дефіцит балансу гумусу в середньому по Україні становить 0,62 т/га за рік. Тому на даний час питання балансу гумусу є досить актуальним і необхідно знаходити всі можливі резерви для того, щоб досягти рівня його бездефіцитності.

Розрахунок балансу гумусу дозволяє здійснювати контроль за характером змін його вмісту при тій структурі посівних площ, яка складається у останні роки, та рівні застосування мінеральних і органічних добрив.

Баланс гумусу математично являє собою різницю між статтями його надходження і втрат за однаковий проміжок часу. Розрізняють наступні типи балансу гумусу у ґрунті:

– бездефіцитний – коли мінералізація гумусу дорівнює гуміфікації органічних решток;

- додатній – гуміфікація перевищує мінералізацію гумусу;
- від’ємний (дефіцитний) – втрати гумусу перевищують його утворення.

Таблиця 2.1

Рівняння регресії для визначення маси рослинних решток за урожайністю основної продукції сільськогосподарських культур (за Г.Я. Чесняком, 1987)

Сільськогосподарські культури	Рештки	
	поверхневі	кореневі
Пшениця озима	$X=0,32y+13,5$	$Z=0,71y+10,0$
Пшениця яра, ячмінь	$X=0,29y+6,8$	$Z=0,54y+9,3$
Овес	$X=0,19y+14,8$	$Z=0,42y+8,4$
Просо, сорго	$X=0,50y+7,4$	$Z=0,37y+12,8$
Гречка, мак	$X=0,28y+8,3$	$Z=0,65y+11,5$
Кукурудза на зерно	$X=0,20y+1,6$	$Z=0,83y+7,2$
Горох, вика, соя	$X=0,12y+4,5$	$Z=0,36y+8,9$
Соняшник	$X=0,41y+3,2$	$Z=1,16y+4,9$
Буряки цукрові	$X=0,005y+2,8$	$Z=0,06y+9,7$
Буряки кормові	$X=0,003y+2,4$	$Z=0,05y+5,2$
Кукурудза на силос, силосні	$X=0,006y+9,7$	$Z=0,10y+13,5$
Багаторічні трави (сіно)*	$X=0,12y+5,9$	$Z=1,02y+4,7$
Картопля, овочі, баштанні, гарбузи	$X=0,068y+0,5$	$Z=0,07y+8,9$
Однорічні трави, вико-вівсяна сумішка (сіно)*	$X=0,12y+6,8$	$Z=0,50y+13,3$

де: X – кількість поверхневих рослинних решток, т/га;

Z – кількість корневих рослинних решток, т/га;

y – урожайність основної продукції культури, ц/га.

*Розрахунок подано на основі врожаю сіна. У випадку збору врожаю на зелений корм величину зібраної зеленої маси слід помножити на коефіцієнт 0,25.

Кількість післяжнивних залишків визначають за фактичною (або плановою) врожайністю культур сівозміни. Найбільша кількість післяжнивних залишків фіксується при розорюванні багаторічних трав, найменша – після просапних культур (соняшник, цукровий буряк, кормові коренеплоди, картопля, овочі). Зернові культури і кукурудза на силос залишають середню кількість залишків.

Накопичення післяжнивних залишків збільшується з підвищенням урожайності сільськогосподарських культур, проте знижується з ростом урожаю.

Гуміфікація післяжнивних (табл. 2.2) решток залежить від культури: у багаторічних і однорічних трав, зернобобових культур вона найбільша (0,23 – 0,25), а у просапних культур – найменша (0,08 – 0,15).

Таблиця 2.2

Коефіцієнти гуміфікації післяжнивних решток (kg)

Культура або групи культур	Ґрунтово-кліматична зона		
	Полісся	Лісостеп	Степ
Озимі зернові	0,23	0,25	0,20
Озимі на зелений корм	0,15	0,14	0,13
Горох, вика, соя, ріпак	0,24	0,23	0,25
Кукурудза на зерно	0,22	0,20	0,20
Ячмінь, овес, просо, сорго, гречка	0,23	0,22	0,22
Однорічні трави, вико-овес (сіно)	0,24	0,25	0,22
Багаторічні трави (сіно)	0,23	0,25	0,25
Кукурудза на силос	0,14	0,15	0,15
Цукрові та кормові буряки	0,08	0,10	0,10
Картопля, овочі, баштанні	0,13	0,08	0,10
Соняшник	–	0,15	0,14
Льон	0,25	–	–
Солома на добриво	0,20	0,22	0,25
Гній підстилковий	0,042	0,054	0,059
Сидеральні культури	0,25	0,28	0,30

Гуміфікація органічних добрив

Органічні добрива підвищують урожайність сільськогосподарських культур, і відповідно кількість післяжнивних залишків. Частина органічної речовини, яка надійшла з органічними добривами, гуміфікується і бере участь у відтворенні гумусу. Коефіцієнти гуміфікації стандартного підстилкового гною у різних ґрунтово-кліматичних зонах наведені у табл. 2.2.

Кількість гумусу (Q_2) у т/га, яка утворилася з стандартного підстилкового гною, розраховують за формулою:

$$Q_2 = H_{\Gamma} \cdot k_g ,$$

де H_{Γ} – норма гною, яка була внесена або буде вноситись під сільськогосподарську культуру, т/га;

k_g – коефіцієнт гуміфікації підстилкового гною.

Загальне надходження гумусу (Q) у т/га

за рахунок гуміфікації післяжнивних залишків та внесених органічних добрив вираховують за формулою:

$$Q = Q_1 + Q_2 ,$$

Статті витрат гумусу

Мінералізація гумусу

Розмір мінералізації гумусу (V) у т/га визначається загальною кількістю гумусу в орному шарі, ступеню його стійкості при різних системах обробітку і кліматичних умов та розраховується за формулою:

$$V_1 = G \cdot H \cdot d_V \cdot k_M \cdot k_K ,$$

де G – вміст у гумусу у ґрунті, %; H – глибина орного шару, см; d_V – щільність складення ґрунту, г/см³; k_M – коефіцієнт мінералізації гумусу; k_K – відносний індекс біологічної продуктивності.

Вміст гумусу у ґрунті – один із основних генетичних його показників. На вміст гумусу впливає гранулометричний склад ґрунту, клімат, еродованість та

інші показники. Вміст гумусу у досліджуваних табл. визначають за результатами агрохімічної паспортизації на основі агрохімічного паспорту поля чи земельної ділянки або беруть з табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Вміст гумусу у ґрунтах різних ґрунтово-кліматичних зон (G)

Ґрунти	Вміст гумусу, %
Дерново-підзолисті піщані та супіщані	0,8–1,5
Дерново-підзолисті суглинкові, ясно-сірі лісові	1,5–2,5
Сірі лісові	2,5–3,5
Темно-сірі опідзолені, чорноземи опідзолені	3,5–5,0
Чорноземи вилугувані, реградовані і типові	5,0–6,5
Чорноземи звичайні і південні	4,0–5,5
Каштанові та темно-каштанові	2,5–3,5
Коричневі	2,6–3,6
Буроземно-підзолисті	1,5–3,0

Глибина орного шару (H) залежить від культур, які вирощується, а на Поліссі – від потужності гумусового горизонту. При розрахунках потрібно користуватись конкретними даними виміряної глибини орного шару ґрунту. У випадках розрахунку балансу гумусу на великих площах можна використовувати приблизні дані (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Орієнтовна глибина орного шару різних типів ґрунтів (H)

Ґрунти	Глибина орного шару, см
Дерново-підзолисті, ясно-сірі та сірі лісові	20–22
Темно-сірі опідзолені, чорноземи опідзолені	25–27
Чорноземи вилугувані, реградовані і типові	30–32
Чорноземи звичайні і південні	25–27
Каштанові та темно-каштанові	20–22
Коричневі	20–22
Буроземно-підзолисті	18–20

Щільність складення ґрунту (d_v) залежить від гранулометричного складу та вмісту гумусу і коливається від 1,00 до 1,60 г/см³ (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Щільність складення ґрунту (d_v)

Ґрунти	Щільність складення ґрунту, г/см ³
Дерново-підзолистий супіщаний	1,50–1,60
Дерново-підзолистий суглинковий	1,35–1,50
Дерново-карбонатний суглинковий	1,40–1,50
Дерново-глейовий суглинковий	1,30–1,40
Лучний суглинковий	1,15–1,20
Сірий лісовий суглинковий	1,30–1,40
Темно-сірий опідзолений суглинковий	1,10–1,20
Чорнозем опідзолений суглинковий	1,10–1,20
Чорнозем типовий, реградований та вилугуваний суглинковий	1,00–1,20
Чорнозем звичайний та південний суглинковий	1,10–1,30
Каштановий та темно-каштановий суглинковий	1,30–1,40

Коефіцієнт мінералізації гумусу (k_m) – щорічна частка гумусу, яка мінералізується (визначається в середньому за кілька років). Мінералізація залежить від ґрунтово-кліматичної зони (ґрунту), частоти обробітку. Чим менше ґрунт обробляється, тим менші втрати гумусу за рахунок мінералізації. Тому всі сільськогосподарські культури можна розмістити у наступний зростаючий ряд:

багаторічні трави (без обробітку);

культури суцільної сівби (передпосівний обробіток);

просапні культури (передпосівний і міжрядний обробітки);

пар (табл. 2.6):

Таблиця 2.6

Коефіцієнт мінералізації гумусу (к_м)

Група культур за інтенсивністю обробітку	Ґрунтово-кліматична зона, ґрунт			
	Полісся	Лісостеп		Степ
	Дерново-підзолисті, ясно-сірі лісові	Темно-сірі опідзолені, чорноземи опідзолені і вилугувані	Чорноземи типові	Чорноземи звичайні і південні, каштанові
Багаторічні трави	0,0067	0,0037	0,0032	0,0027
Зернові, колосові	0,0110	0,0060	0,0052	0,0045
Просапні	0,0260	0,0125	0,0108	0,0095
Чистий пар	0,0310	0,0162	0,0140	0,0120

Відносний індекс біологічної продуктивності (к_к) характеризує кліматичні умови мінералізації гумусу в досліджуваному місці по відношенню до середнього показника по країні, прийнятому за одиницю (табл. 2.7).

Таблиця 2.7

Відносний індекс біологічної продуктивності (к_к)

Ґрунтово-кліматична зона	к _к
Полісся та Передгірські і гірські райони	0,93
Лісостеп	1,065
Степ	1,16

Втрати гумусу від ерозії

Втрати гумусу (V₂) у т/га внаслідок ерозії вираховують за формулою:

$$V_2 = B_E \cdot G,$$

де B_E – втрати ґрунту під впливом ерозії (табл. 2.8), т/га; G – вміст гумусу у ґрунті, %.

Таблиця 2.8

Щорічні втрати ґрунту від водної ерозії з 1 га силових земель України

Ґрунтово-кліматична зона	Крутизна схилу, °	Винос дрібнозему, т/га
Полісся	0,5–2	7–8
	2–5	17–20
	5–10	50–65
	>10	115–140
Лісостеп	0,5–2	6–10
	2–5	17–37
	5–10	60–95
	>10	145–190
Степ	0,5–2	1,5–4,5
	2–5	6–45
	5–10	23–45
	>10	60–120

Загальні втрати гумусу (V) у т/га розраховують за формулою:

$$V = V_1 + V_2$$

Баланс гумусу

Баланс гумусу (Bg) у т/га вираховують за формулою:

$$Bg = Q - V$$

Таблиця 2.9

Розрахунок балансу гумусу в сівозміні

Показник	Культура				
Урожай культури, т/га (U)					
Коефіцієнт накопичення залишків (kp)					
Коефіцієнт гуміфікації залишків (kg)					
Гуміфікація післяжнивних залишків, (Q ₁)					
Норма гною, т/га (H _Г)					
Коефіцієнт гуміфікації підстилкового гною (kg)					
Гуміфікація органічних добрив, (Q ₂)					
Загальне надходження гумусу, (Q)					
Вміст гумусу в ґрунті, (G)					
Глибина орного шару, (H)					
Щільність складення, (d _v)					
Коефіцієнт мінералізації, (k _M)					
Відносний індекс біологічної продуктивності (k _K)					
Мінералізація гумусу (V ₁)					
Втрати від ерозії (B _E)					
Загальні втрати від ерозії (V ₂)					
Загальні втрати гумусу (V)					
Баланс гумусу (B_g)					

6. ВИЗНАЧЕННЯ КИСЛОТНОСТІ ҐРУНТУ

Кислотність ґрунту зумовлюється наявністю в ньому вільних і увібраних іонів водню і алюмінію. При підвищеній кислотності пригнічується більшість сільськогосподарських культур та життєдіяльність мікроорганізмів, зокрема нітрифікаторів й амоніфікаторів.

Розрізняють кислотність ґрунту активну і потенціальну. Активна зумовлюється вільними іонами водню, які є в ґрунтовому розчині, й виражається величиною рН (від'ємний логарифм концентрації іонів увібраних іонів водню і алюмінію).

Потенціальна кислотність ґрунту зумовлюється наявністю іонів водню і алюмінію в твердій фазі ґрунту. Вона може бути обмінна і гідролітична. Обмінна кислотність зумовлена тією частиною іонів водню і алюмінію, яка може бути витіснена з ґрунтового вбирного комплексу катіонами 1 н. розчину нейтральних солей. При внесенні мінеральних добрив катіони водню і алюмінію витісняються в ґрунтовий розчин, чим погіршують умови розвитку рослин і формування врожаю. Обмінна кислотність виражається в мг-екв./100 г ґрунту, або в одиницях рН сольової витяжки. Гідролітична кислотність зумовлена іонами водню і алюмінію, які можуть бути витіснені з ґрунтового вбирного комплексу катіонами 1 н. розчину гідролітично лужних солей. Вона характеризує повну кислотність, оскільки включає потенціальну і активну види. Гідролітична кислотність виражається в мг-екв./100 г ґрунту.

Визначення активної кислотності (рН водної витяжки) рН-метричним методом. Суть методу полягає у визначенні кислотності водної витяжки рН-метричним методом при відношенні ґрунту до води як 1:2,5 для мінеральних і 1:25 для торф'яних ґрунтів.

Обладнання і реактиви: ваги, рН-метр, буферні розчини рН 4,01; 6,86; 9,18; колби, склянки.

Хід роботи. 1. 20 г повітряно-сухого ґрунту перенести в склянку ємністю 100 мл, додати 50 мл дистильованої води, добре збовтати і залишити на

наступний день до повного осадження ґрунту і освітлення розчину.

2. Підготувати рН-метр до роботи згідно з інструкцією, настроїти його за допомогою буферних розчинів.

3. У розчин обережно, щоб його не сколотити, занурити електроди рН-метра і встановити рН водного розчину досліджуваного ґрунту.

Визначення обмінної кислотності (рН сольової витяжки). Суть методу полягає у витісненні з ґрунтового вбирного комплексу іонів H^+ і Al^{+++} 1,0 н. розчином KCl при відношенні ґрунту до води 1:2,5 для мінеральних ґрунтів і 1:25 для торф'яних з наступним вимірюванням активності іонів потенціометричним методом.

Обладнання і реактиви: ваги, рН-метр, буферні розчини, 1 н. розчин KCl .

Хід роботи. 1. 20 г ґрунту перенести у склянку ємністю 100 мл, додати 50 мл 1 н. розчину KCl , збовтати 1 хв і залишити на другий день.

2. Підготувати рН-метр до роботи згідно з інструкцією. Настроїти його за буферними розчинами рН 4,01; 6,86; 9,18.

3. Не збовтуючи розчину, після відстоювання занурити в нього скляні електроди і визначити рН. Дані про кислотність ґрунту використовують для встановлення ступеня кислотності та потреби його у вапнуванні (табл. 2.10).

Таблиця 2.10

Класифікація ґрунтів за ступенем кислотності

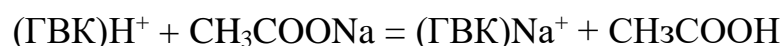
рН _{КСІ}	Ступінь кислотності	Забарвлення на картограмі	Потреба у вапнуванні
<4,0	Дуже сильнокисла	Червоне	Сильна
4,1–4,5	Сильнокисла	Оранжеве	Сильна
4,6–5,0	Середньокисла	Жовте	Середня
5,1–5,5	Слабокисла	Зелене	Середня
5,6–6,0	Близька до нейтральної	Голубе	Незначна
>6,0	Нейтральна	Синє	Відсутня

Визначення гідролітичної кислотності за методом Каппена. Суть методу полягає в обробленні ґрунту 1,0 н. розчином оцтовокислого натрію з утворенням оцтової кислоти, яка відтитровується 0,1 н. розчином NaOH. За кількістю мілілітрів витраченого для титрування лугу визначають гідролітичну кислотність.

Обладнання і реактиви: ваги, колби ємністю 500 і 250 мл, піпетки ємністю 50мл, лійки, фільтри, бюретки, 1 н. розчин CH_3COONa , 0,1 н. розчин NaOH, фенолфталеїн.

Хід роботи. 1. Зважити 40 г повітряно-сухого ґрунту, просіяного крізь сито з отворами 1 мм, помістити в колбу ємністю 500 мл і додати 100 мл 1 н. розчину CH_3COONa .

2. Вміст колби збовтати на ротаторі 1 год. При цьому відбувається реакція:



Одногодинне збовтування можна замінити п'ятихвилинним кип'ятінням з відстоюванням протягом доби.

2. Суспензію відфільтрувати крізь сухий складчастий фільтр.

3. Відібрати піпеткою 50 мл фільтрату в конічну колбу ємністю 250 мл, додати 1–2 краплі фенолфталеїну і відтитрувати 0,1 н. розчином NaOH до рожевого забарвлення, що не зникає протягом 1 хв.

3. Гідролітичну кислотність ґрунту обчислити (H_r , мг-екв/100 г ґрунту) за формулою

$$H_r = \frac{a \cdot T \cdot 1,75 \cdot 5 \cdot \text{КГ}}{10}$$

де a – кількість 0,1 н. розчину NaOH, що пішла на титрування, мл; T – поправка до титру NaOH; 1,75 – поправка на повне витіснення іонів водню; 5 – коефіцієнт для переведення на 100 г ґрунту, що відповідає 50 мл фільтрату або 20 г ґрунту, що є п'ятою частиною від 100 г; КГ – коефіцієнт гігроскопічності; 10 – коефіцієнт для переведення результатів аналізу в міліграми – (1 мг-екв. водню відповідає 10 мл 0,1 н. розчину CH_3COONa , що титрує 0,1 н. розчину NaOH).

7. ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ ҐРУНТУ У ВАПНУВАННІ І РОЗРАХУНОК НОРМИ ВАПНА

Ефективність мінеральних добрив різко знижується, при їх використанні на кислих ґрунтах. Тому в кожній сівозміні господарства відповідно до матеріалів агрохімічного обстеження виділяють поля, на яких необхідно проводити вапнування, встановлюють послідовність вапнування ґрунтів на окремих полях сівозміни з урахуванням ступеня їх кислотності, ступеня насиченості ґрунту основами і відношення окремих сільськогосподарських культур до реакції ґрунту.

Потребу ґрунтів у вапнуванні можна встановити за значенням обмінної кислотності або ступенем насиченості ґрунту основами (табл. 2.11).

Таблиця 2.11

Визначення потреби у вапнуванні ґрунтів

Ступінь кислотності	pH _{KCl}	Hг, мг-екв. на 100 г ґрунту	V, %	Потреба у вапнуванні
Дуже сильно кислі	до 4,1	Більше 4,0	до 50	Дуже велика
Сильнокислі	4,1–4,5	3,0–3,9	50–60	Велика
Середньокислі	4,6–5,0	2,0–2,9	60–70	Підвищена
Слабокислі	5,1–5,5	1,8–1,9	70–80	Середня
Близькі до нейтральних	5,6–6,0	1,4–1,7	80–90	Мала
Нейтральні	6,1–7,0	до 1,4	90–100	Відсутня

При складанні плану вапнування спочатку необхідно визначити відношення сільськогосподарських рослин до реакції ґрунту. Вказати показники, за якими можна визначити потребу ґрунтів у вапнуванні. Такі з них, як pH_{KCl}, V (%), Hг (мг-екв/100 г ґрунту) по кожному полю слід взяти з господарства.

В першу чергу слід вапнувати сильнокислі, а в останню – слабокислі ґрунти. При цьому ґрунти з вищим ступенем насичення основами менше потребують вапнування. Важкі, багаті на гумус ґрунти сильніше протидіють зміні реакції в сторону підкислення чи підлугування. Тому на цих ґрунтах при рівних значеннях кислотності норми вапна повинні бути більшими, ніж на бідних органічною речовиною ґрунтах, які мають невисокі буферні властивості.

Норми вапна слід встановлювати відповідно до реакції сільськогосподарських культур щодо кислотності ґрунту та вапнування. В польових сівозмінах з багаторічними травами необхідно вапнувати повною нормою вапна під покривну культуру або під найбільш чутливі до кислотності культури: буряки цукрові, пшеницю озиму, ячмінь, горох, кукурудзу.

В сівозмінах з картоплею або льоном норму вапна зменшують на 25%, а вапнування наближають до садіння картоплі або сівбу льону. У випадку, коли вапнування проводять повною нормою вапна, ці культури розміщують на провапнованому полі через 4-5 років після хімічної меліорації. Це запобігає враженню бульб картоплі паршою звичайною, а льону - судинним бактеріозом.

В овочевих і кормових сівозмінах одноразово вносять повну норму вапна під капусту, коренеплоди, конюшину, зернові та зернобобові культури.

Повну норму вапна (N_{CaCO_3}) встановлюють за гідролітичною кислотністю:

$$N_{CaCO_3} = \frac{0,5 \times H_r \times S \times h \times d}{1000}, \text{ т/га}$$

де 0,5 – кількість г $CaCO_3$, необхідних для нейтралізації 1 мг-екв. кислотності в 1 кг ґрунту; H_r – величина гідролітичної кислотності, мг-екв. на 100 г ґрунту; S – площа 1 га, 10 000 м²; h – глибина орного шару, м; d – щільність ґрунту, кг/м³; 1000 – для перерахунку в тони.

У випадку, коли вапняковий матеріал заорюють на глибину 0,25 м, а щільність ґрунту становить 1 200 кг/м³, формула визначення норми вапна буде мати вигляд:

$$N_{CaCO_3} = H_r \cdot 1,5 \text{ (т/га)}$$

Норма вапнякового матеріалу ($N_{\text{ВМ}}$) обраховується за формулою:

$$N_{\text{ВМ}} = \frac{H_{\text{CaCO}_3}}{C} \times 100, \text{ т/га}$$

де C – вміст вапна (CaCO_3) у вапняковому матеріалі, %.

Нейтралізуючу здатність вапнякових матеріалів (вміст CaCO_3) приведено в табл. 2.12.

Таблиця 2.12

Нейтралізуюча здатність вапнякових матеріалів

Назва вапнякового матеріалу	Загальний вміст CaCO_3 та MgCO_3 в перерахунку CaCO_3 , %	Форма вапна
Вапнякове борошно	85–88	CaCO_3
Доломітове борошно	85–108	$\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$
Мелена крейда	90–100	CaCO_3
Палене вапно негашене	До 178	CaO
Палене вапно гашене	До 135	Ca(OH)_2
Дефекат	До 70 Для I класу не менше 60 Для II класу не менше 40	CaCO_3 з домішками Ca(OH)_2
Цементний пил	Не менше 60	CaO , Ca(OH)_2 , силікати
Шлак торфовий	14–27	CaO , Ca(OH)_2 , силікати
Місцеві вапняки	Не менше 60	CaCO_3

Потрібно враховувати, що на одному і тому ж полі в Лісостепу вапнування слід проводити приблизно через 5 – 8 років. Черговість проведення вапнування на полях, що потребують цього заходу, залежить від ступеня кислотності та чутливості культури до реакції ґрунту. В поясненні до плану вапнування

необхідно вказати строки і способи внесення вапнякових матеріалів, вказати форми і норми вапнякових добрив.

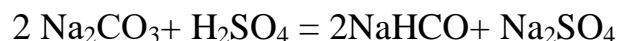
8. ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ СОЛОНЦЮВАТОСТІ ҐРУНТІВ І ДОЗИ ГПСУ.

Визначення лужності від розчинних карбонатів

Лужність обумовлюється наявністю в ґрунті соди (Na_2CO_3) та лужних солей кремнієвої й органічних кислот. Вона визначається у водних витяжках солончаків і солонців, які мають содове засолення.

Хід роботи. У конічну колбу на 100 мл приливають піпеткою 25–50 мл водної витяжки, додають дві краплі фенолфталеїну і титрують 0,01 н або 0,02 н розчином сірчаної кислоти (H_2SO_4) до зникнення рожевого забарвлення. Концентрація H_2SO_4 залежить від інтенсивності забарвлення водної витяжки: при слабкому забарвленні витяжки беруть меншу концентрацію H_2SO_4 при сильному – більшу. У випадку, коли витяжка слабо забарвлена органічними речовинами, титрування проводять в присутності “свідка” (колби з такою ж кількістю водної витяжки, але без фенолфталеїну). Титрують доти, поки колір витяжки в обох колбах не буде однаковим.

При титруванні реакція проходить за рівнянням:



Таким чином, сода відтитровується рівно наполовину, оскільки обезбарвлення індикатора відбувається при переході карбонату в бікарбонат ($\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ = \text{HCO}_3^-$). Отже, загальна кількість CO_3^{2-} (лужність обумовлена нормальними карбонатами) дорівнює подвоєній кількості сірчаної кислоти, використаної на титрування.

Лужність від розчинних карбонатів може бути виражена у процентах іонів CO_3^{2-} до абсолютно сухого ґрунту та в мг-екв. на 100 г абсолютно сухого ґрунту.

Розрахунок лужності у міліеквівалентах виконують за формулою:

$$A = \frac{2 \cdot a \cdot 500 \cdot K_2}{B}$$

де: 2 – коефіцієнт перерахунку бікарбонатів в карбонати; а - кількість розчину H_2SO_4 яка пішла на титрування, мл; Н – нормальність титрованого розчину H_2SO_4 ; V – загальна кількість води для приготування водної витяжки, мл; В – об'єм водної витяжки для титрування, мл; С – наважка ґрунту, г; 100 – коефіцієнт перерахунку на 100 г ґрунту; коефіцієнт гігроскопічності (для перерахунку на абсолютно сухий ґрунт).

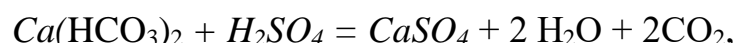
Визначення загальної лужності

Величина загальної лужності залежить від вмісту в ґрунті гідрокарбонатів лужних та лужноземельних металів.

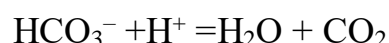
Загальну лужність визначають після встановлення лужності від розчинних карбонатів (в тій же колбі та пробі).

Хід роботи. Після відтитрування CO_3^{2-} – іона (визначення лужності від розчинних карбонатів) в колбу з витяжкою додають одну-дві краплі метилоранжу і збовтують. При відсутності розчинних нормальних карбонатів індикатор метилоранж додають одразу після фенолфталеїну. У присутності метилоранжу витяжка забарвлюється в жовтий колір.

Титрування виконують 0.01 н або 0,02 н (для засолених ґрунтів) розчином сірчаної кислоти до переходу забарвлення індикатора в оранжеве. При титруванні реакція проходить за рівнянням:



тобто до повного руйнування гідрокарбонатів:



Для більш точного визначення кінця титрування треба титрувати в присутності “свідка” (колби з такою ж кількістю водної витяжки та метилоранжу).

Загальну лужність обчислюють за сумою мілілітрів H_2SO_4 , на титрування CO_3^{2-} та HCO_3^- іонів. Вона виражається в мг-екв. HCO_3^- на 100 г абсолютно сухого ґрунту та у процентах HCO_3^- до абсолютно сухого ґрунту.

Розрахунок лужності в мг-екв. HCO_3^- проводять за формулою:

$$A = \frac{(a_1 + a_2) \cdot V \cdot N \cdot 100 \cdot K_2}{B \cdot C}$$

де: a_1 – кількість розчину H_2SO_4 , використаного на титрування CO_3^{2-} , мл; a_2 – кількість розчину H_2SO_4 , використаного на титрування HCO_3^- , мл; N – нормальність титрованого розчину H_2SO_4 , V – загальна кількість води для приготування водної витяжки, мл; B – об'єм водної витяжки для титрування, мл; C – наважка ґрунту для приготування водної витяжки, г; 100 – коефіцієнт перерахунку на 100 г ґрунту; K_2 – коефіцієнт гігроскопічності (для перерахунку на абсолютно сухий ґрунт).

Якщо розрахунок загальної лужності виконують у процентах, то одержану кількість мілілітрів множать на міліеквівалентну вагу HCO_3^- ; яка дорівнює 0,061 (61:1000).

Реактиви: 0,01 н або 0,02 н H_2SO_4 , Метилоранж.

Строки, способи та місце внесення гіпсу в сівозмінах

Хімічні меліоранти не вирішують усіх питань докорінного поліпшення солонців. Їх треба застосовувати в комплексі з агротехнічними, гідротехнічними і біологічними методами. Лише за таких умов реалізується максимальна ефективність хімічної меліорації.

При гіпсуванні ґрунтів важливо враховувати солонцестійкість рослин, які за даним показником поділяють на чотири групи (табл. 2.13).

Таблиця 2.13

Групи солонцестійких сільськогосподарських культур

Міра стійкості	Культури
Дуже сильна	Буркун білий та жовтий, гірчиця
Сильна	Волосянець ситніковий, пирій без кореневищний, сизий, повзучий та солончаковий, регнерія волокниста, ячмінь, буряк кормовий і цукровий
Середня	Строкатогібридна, сильно гібридна і жовтогібридна люцерна, житняк гребінчастий і ширококолосий, кострець безостий, суданська трава, просо зернове, овес, жито
Слабка	Еспарцет, озима пшениця, сорго

Згідно з рекомендаціями наукових установ України на солонцевих ґрунтах лісостепової зони з невеликою кількістю плям солонців доцільно вводити п'ятипільні сівозміни з таким чергуванням культур: цукрові або кормові буряки; ярі зернові з підсівом люцерни; люцерна; озима пшениця.

На площах з великою кількістю содових солонців доцільно вводити чотиріпільні сівозміни з наступним чергуванням культур: цукрові буряки; просо або овес з підсівом буркуну; буркун; озима пшениця.

Щоб досягти високої ефективності хімічних меліорантів необхідно підвищити їх розчинність і забезпечити добре перемішування з ґрунтом. У польових сівозмінах меліоранти слід вносити під просапні культури, що сприяє нагромадженню вологи та додатковому перемішуванню меліоранта з ґрунтом при міжрядних обробітках (табл. 2.14).

У степовій зоні та зоні Сухого Степу України найкращим місцем внесення меліорантів у богарних умовах є парове поле, або поле просапних культур. На зрошуваних землях гіпс можна вносити під першу культуру при зяблевій оранці, або на весні під культивуацію.

Таблиця 2.14

Місце внесення гіпсу у сівозмінах різної спеціалізації

Сівозміна, угіддя	Місце внесення гіпсу
Зерно-парова	У пару під озимі
Зерно-просапна	Під просапні культури
Зерно-паро-просапна	У пару і просапні культури
Зерно-бурякова	Під буряк або його попередник
Зрошувана	Під першу культуру під час зяблевої оранки
Природні кормові угіддя	На початку освоєння земель

На солонцюватих ґрунтах (чорноземах звичайних, південних та каштанових), де солонцевий шар не виноситься на поверхню під час оранки, всю норму меліоранта загортають бородами. На корково-стовпчастих солонцях, де під час оранки виноситься на поверхню значна частина солонцевого шару, половину норми гіпсу вносять під оранку, та другу половину – культивуацію.

Отже, комплекс заходів з меліорації солонців і солонцюватих ґрунтів повинен включати:

- хімічні заходи – внесення меліорантів;
- обробіток ґрунту чизельними розпушувачами на глибину 15–45 см або плантажну оранку на 60–70 см;
- вирівнювання поверхні поля;
- створення за рахунок зрошення, снігозатримання, регулювання поверхневого стоку та влаштування дренажу, промивного водного режиму;
- використання органічних та мінеральних добрив, як заходів, що прискорюють хімічну меліорацію та підвищують родючість ґрунтів;
- створення після меліорації сприятливого агробіологічного фону висівом солестійких рослин (у перші роки – буркуна, суданки, люцерни, а в міру

окультурення – ячменю, пшениці озимої, сорго, буряків цукрових).

Боротьба з засоленням включає комплекс профілактичних заходів, які направлені на регулювання сольового режиму ґрунтів залежно від потреб рослин до складу ґрунтів. Оптимальна концентрація легкорозчинних солей в ґрунтових розчинних не повинна перевищувати 5–6 г/л.

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Ґрунтові ресурси України: збалансоване використання, прогноз та управління / за наук. ред. С. А. Балюка, М. М. Мірошниченка, Р. С. Трускавецького. Харків: ФОП Бровін О. В., 2020. 452 с
2. Охорона ґрунтів та відтворення їх родючості: навч. посіб. / В. О. Забалуєв та ін. Харків: Стиль-издат, 2017. 348 с
3. Булигін С. Ю., Величко В. А., Демиденко О. В. Агроценоз чорнозему. Київ: Аграрна наука, 2016. 356 с
4. Тихоненко Д. Г., Грінченко Т. О., Дегтярьов В. В. Практикум з ґрунтознавства та основ геоботаніки: навч. посіб. Харків. 2017. 348 с.
5. Тихоненко Д. Г., Вергунов В. А., Горін М. О., Новосад Н. М. Ґрунтознавство в Україні: історія та сучасність: монографія / Д. Г. Тихоненко, В. А. Вергунов, М. О. Горін, Н. М. Новосад; За ред. Д. Г. Тихоненка. Харків, Майдан. 2016. 300 с.
6. Забалуєв В.О. Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості / В.О. Забалуєв, А.Д. Балаєв, О.Г. Тараріко, Д.Г. Тихоненко, В.В. Дегтярьов, О.Л. Тонха, О.В. Піковська. К.: 2013. 312 с.
7. Трускавецький Р. С. Основи управління родючості ґрунтів: монографія / Р. С. Трускавецький, Ю. Л. Цапко; за наук. ред. Р. С. Трускавецького. Харків. ФОП Бровін О. В., 2016. 388 с.

Допоміжна

1. Господаренко Г.М., Бойко В.П., Прокопчук І.В., Стасіневич О.Ю. Вміст і баланс гумусу в ґрунті за різних доз і співвідношень мінеральних добрив у польовій сівозміні. Миронівський вісник. 2019. Вип. 8. С. 108 –122.
2. Недвига М.В., Стасіневич О.Ю. Вплив тривалого застосування добрив у польовій сівозміні на гранулометричний і мікроагрегатний стан чорнозему опідзоленого. Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвидомчий тематичний науковий збірник. Книга перша. Харків, 2018. С. 151–153.
3. Недвига М.В., Невлад В.І., Прокопчук І.В., Стасіневич О.Ю. Деградація ґрунту: проблеми відновлення та збереження його родючості. Вісник Уманського НУС. 2017. № 1. С. 7–12.
4. Недвига М.В., Галасун Ю.П., Стасіневич О.Ю. Вплив тривалого застосування добрив у польовій сівозміні на агрофізичні властивості чорнозему опідзоленого та врожайність сільськогосподарських культур. Збірник наукових праць «ҐРУНТИ І СУЧАСНІСТЬ». Львів-Ворохта. 2015. Вип.5. С. 168–174.
5. Охорона ґрунтів: Підручник. М. К. Шикуча, О. Ф. Ігнатенко, Л. Р.Петренко, М. В. Капштик. 2-е вид. випр. Київ: Знання, КОО, 2004.

6. Недвига М.В., Галасун Ю.П., Прокопчук І.В., Стасіневич О.Ю. Щільність та водопроникність чорнозему опідзоленого залежно від систем удобрення сільськогосподарських культур у польовій сівоzmіні. Вісник Уманського національного університету садівництва. №1. 2014. С. 12–17.
7. Недвига М.В., Галасун Ю.П., Прокопчук І.В., Стасіневич О.Ю. Потенційна здатність чорнозему опідзоленого до агрегації за тривалого застосування добрив у польовій сівоzmіні. Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Спеціальний випуск. Книга 2. Харків: ТОВ «Смугаста типографія», 2014. С. 271–273.

Інформаційні ресурси

8. http://geoknigi.com/book_view.php?id=685
9. <http://agroscience.com.ua/forum/thread660.html>
10. http://geoknigi.com/book_view.php?id=687.
11. http://www.ussj.cv.ua/2010_t11_3-4/Kostenko.pdf
12. Бібліотека УНУС м. Умань, вул. Інститутська, 1