

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра загального землеробства

ОХОРОНА ГРУНТІВ

Методичні рекомендації до вивчення курсу
«Грунтознавство з основами геології» та виконання
лабораторно-практичних робіт
для студентів спеціальності 201 – Агрономія

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра загального землеробства

ОХОРОНА ГРУНТІВ

Методичні рекомендації до вивчення курсу
«Грунтознавство з основами геології» та виконання
лабораторно-практичних робіт
для студентів спеціальності 201 – Агрономія

Затверджено
на засіданні кафедри
загального землеробства
протокол № 7
від 4 листопада 2019 року

Охорона ґрунтів. Методичні рекомендації до вивчення курсу «Ґрунтознавство з основами геології» та виконання лабораторно-практичних робіт для студентів спеціальності 201 – Агрономія/ Укладачі Н.М.Трикіна, викл., К.В.Васильковська, доц., В.О.Майхровська, викл. – Кропивницький: ЦНТУ, 2019. - 56 с.

Рецензенти: Кулик Г.А., кандидат с.-г. наук, доцент

Шепілова Т.П., кандидат с.-г. наук, доцент

Комп'ютерна верстка: Трикіна Н.М.

© Трикіна Н.М., Васильковська К.В.,

Майхровська В.О., 2019

© ЦНТУ, 2019

Зміст

	Стор.
Вступ.....	5
1. Раціональне землекористування та завдання охорони ґрунтів.....	7
2. Ерозійні процеси у ґрунтах та заходи боротьби з ними.....	9
3. Промислова ерозія ґрунтів та рекультивація земель.....	12
4. Охорона від наслідків переущільнення ґрунтів	14
5. Девеgetація та дегуміфікація ґрунтів та захист їх від наслідків	15
6. Ґрунтовтома, токсикоз та виснаження ґрунтів.....	17
7. Опустелювання ґрунтів та їх охорона.....	19
8. Селі та зсуви і охорона ґрунтів.....	20
9. Захист ґрунтів від процесів вторинного засолення, осолонцювання і злитизації	22
10. Вторинна кислотність ґрунтів.....	24
11. Охорона ґрунтів від переосушення.....	25
12. Охорона ґрунтів від забруднення хімічними препаратами.....	26
13. Охорона ґрунтів від забруднення важкими металами.....	30
14. Правові основи охорони ґрунтів в Україні та моніторинг ґрунтів.....	31
Лабораторний практикум.....	35
Лабораторно-практичне заняття №1. Визначення щільності будови ґрунту. Визначення щільності твердої маси ґрунту та шпаруватості ґрунту.....	35
Лабораторно-практичне заняття №2. Визначення рН ґрунтового розчину	39
Лабораторно-практичне заняття №3. Визначення вмісту гумусу в ґрунті	40
Лабораторно-практичне заняття №4. Методи розрахунку балансу гумусу в ґрунті.....	42
Питання для самоконтролю і самопідготовки.....	48
Питання для виконання рефератів та контрольних робіт.....	50
Використані та рекомендовані навчально-методичні матеріали:	52
Основна література.....	52
Додаткова література.....	53

Вступ

В сучасному світі, з гіперпрогресом гостро постала проблема охорони ґрунтів, які як компоненти із збалансованими природними екосистемами, знаходяться у динамічній рівновазі з усіма іншими складовими біосфери, за умови інтенсивного використання, часто втрачають природну родючість, деградують або руйнуються. Такі процеси мають місце там, де діяльність людини, як основного сучасного чиннику ґрунтогенезу, може бути визначена як нераціональна, екологічно необґрунтована, невідповідна природному біосферному потенціалу конкретної території.

Людина протягом визначеного історичного проміжку часу використовує ґрунти досить ефективно, не тільки не руйнуючи, але навіть підвищуючи їх родючість. Проте за історію людства було безповоротно зруйновано і загублено більше продуктивних ґрунтів, ніж зараз розорюється в усьому світі. Від двох третин до трьох чвертей усіх сучасних орних ґрунтів піддаються різним деградаційним процесам. Щорічні безповоротні втрати орних ґрунтів світу складають близько 6-7 млн. га.

До основних причин втрати ґрунтової родючості відносять наступні чинники:

- *ерозію і дефляцію,*
- *переуцільнення поверхневих горизонтів,*
- *відчуження ґрунту з функціонуючих екосистем,*
- *девегетацію і дегуміфікацію ґрунтів,*
- *ґрунтовтому та виснаження,*
- *опустелювання,*
- *зсуви,*
- *селі,*
- *вторинне засолення,*
- *природну і вторинну кислотність,*
- *переосушення,*
- *забруднення ґрунтів,*
- *хімічне отруєння ґрунтів тощо.*

Таким чином, охорона ґрунтів - це найгостріша глобальна проблема, з якою безпосередньо пов'язане відтворення біорізномаяття та забезпечення продуктами харчування населення планети. Охорона і раціональне використання ґрунтів - це система заходів, необхідних для збереження та підвищення репродуктивної функції біосфери, спрямованих на захист, якісне поліпшення і науково-обґрунтоване використання земельних фондів.

1. РАЦІОНАЛЬНЕ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ОХОРОНИ ГРУНТІВ

Людство планети, озброєне потужними технічними засобами, прямо чи опосередковано впливає на стан ґрунтового покриву практично на всій території суші. Чим вищий рівень розвитку продуктивних сил, тим більший цей вплив. Здебільшого людина завдає великої шкоди ґрунтам у процесі своєї виробничої діяльності. В результаті значні площі родючих ґрунтів стають непридатними для використання.

Основними причинами зменшення площі продуктивних земель є ерозія, вторинне засолення зрошуваних земель, затоплення і підтоплення навколо штучних водосховищ, знищення рослинності і ґрунтів при добуванні корисних копалин, відведення земель під будівництво різноманітних об'єктів, забруднення ґрунтів шкідливими речовинами, виснаження на гумусні речовини, надмірне ущільнення ґрунтів важкими машинами та ін. Вони свідчать про те, що існуючі тепер типи землекористування завдають значної шкоди ґрунтовому покриву і природі в цілому. Отже, людина втрачає продуктивні землі в результаті нераціонального їх використання.

Раціональне землекористування передбачає, насамперед, охорону ґрунтів від негативних наслідків господарської діяльності людини. Для цього розроблена і застосовується на практиці система ґрунтозахисних заходів — правових, науково-технічних, соціально-економічних, спрямованих на якісне поліпшення ґрунтів.

Проте охорона ґрунтів - це не лише система заходів, а, насамперед, система землекористування, яка забезпечує залишення у спадок земель майбутнім поколінням у поліпшеному стані.

Під землекористуванням розуміють порядок, умови і форми експлуатації земель. Системи і типи землекористування формувалися і змінювалися в процесі історичного розвитку людського суспільства, зміни виробничих відносин, соціально-економічних укладів з урахуванням природних факторів цієї території.

До природних факторів, які впливають на характер землекористування, належать: клімат, рельєф, тип ґрунту і тип рослинності.

У різних регіонах ці фактори неоднаково впливають на землекористування. Клімат визначає еколого-географічні межі поширення культурних рослин і

тваринництва. Залежно від ступеня зволоження цієї території типом землекористування може бути богарне землеробство, зрошуване землеробство або пасовищне скотарство.

Землекористування залежить також від крутизни схилів. На схилах крутизною до 8—10° людина може займатися землеробством, на крутіших — випасати худобу.

Отже, в окремих ґрунтово-біокліматичних поясах склалися свої особливості землекористування. Більшість типів землекористування на значних територіях не існує у чистому вигляді. Як правило, одночасно на тій самій території існують два або три типи землекористування.

Набір їх складається історично як результат багаторічного досвіду, в якому враховані особливості місцевих ґрунтів, рослинності, клімату і рельєфу.

Охорона ґрунтів в наш час сформувалася як напрям народногосподарської діяльності і наукових досліджень в рамках проблеми раціонального землекористування. На думку вчених, новою технологією землекористування може бути «аграрно-лісове» господарство, змішане використання земель, при якому лісове господарство поєднується з землеробством, скотарством і риборозведенням.

Зрозуміло, що перехід на нову технологію можливий в разі проведення необхідної роз'яснювальної роботи і соціально-економічних перетворень.

Основними умовами раціонального використання земель є:

- ❖ оптимальне співвідношення цілинних ділянок, лісу, ріллі, пасовищ і сіножатей;
- ❖ оптимальний склад і співвідношення площ багаторічних і однорічних культур;
- ❖ доцільна мережа і розміщення доріг, населених пунктів, зон відпочинку, національних парків, заповідників;
- ❖ проведення меліорації і рекультивації порушених ґрунтів.

Основним завданням охорони ґрунтів є: підвищення їх родючості, захист від водної і вітрової ерозії, вторинного засолення, заболочування, підтоплення, надмірного висихання і випасання худобою, забруднення промисловими відходами тощо.

2. ЕРОЗІЙНІ ПРОЦЕСИ У ГРУНТАХ ТА ЗАХОДИ БОРОТЬБИ З НИМИ

Ерозія ґрунтів — це різноманітне і дуже поширене явище руйнування і переміщення ґрунтової маси і пухких порід потоками води і вітру. Ерозія

спостерігається в усіх частинах світу. Нею охоплено 70- 80 % площі сільськогосподарських угідь. Залежно від головного фактора руйнування ерозію поділяють на *водну* і *вітрову (дефляцію)*.

Крім того, виділяють *нормальну (геологічну)* і *сучасну (прискорену)* ерозію.

Геологічна ерозія відбувається без втручання людини протягом всієї геологічної історії Землі під впливом льодовиків, стікаючої води, коливань температури, переміщення повітряних мас та інших факторів. Інтенсивність її низька. Під впливом геологічної ерозії відбуваються нівелювання рельєфу, формування схилів і акумулятивних рівнин.

Прискорена ерозія відбувається під впливом виробничої діяльності людини в усіх частинах світу. Основними її причинами є знищення рослинного покриву і неправильний обробіток ґрунту. Інтенсивність руйнування орних ґрунтів на два-три порядки вища, ніж цілинних ділянок.

Розвиток *водної ерозії* залежить від ряду факторів:

- потужності снігового покриву, інтенсивності його танення,
- дощових опадів, їх кількості, інтенсивності, величини крапель (зливові дощі інтенсивніше розмивають ґрунт, ніж мрячні),
- характеру рельєфу, його форми, крутизни і довжини схилів (ерозія посилюється на опуклих, крутих і довгих схилах),
- величини і форми водозборів,
- механічного і структурного складу ґрунту (на піщаних і структурних ґрунтах ерозія слабша, ніж на глинистих і погано оструктурених, глинисті і суглинкові породи розмиваються легко),
- вмісту органічної речовини у ґрунті,
- наявності рослинного покриву як на орних ґрунтах, так і в природних фітоценозах,
- інтенсивності використання сільгоспмашин на орних ґрунтах.

Водна ерозія призводить до:

- погіршення структури,
- ущільнення орного шару,

- скорочення чи знищення гумусового горизонту,
- зменшення запасів гумусу, азоту, фосфору, калію й інших поживних елементів,
- втрати найбільш родючої частини ґрунту,
- втрати талих і дощових вод, зменшення запасів води в ґрунті,
- розчленовування полів,
- замулення річок, ставків, водойм і водоймищ, зрошувальних і дренажних систем.

Серед *протиерозійних заходів* виділяють:

- *організаційно-господарські* (раціональний розподіл земельних угідь з вивченням типів місцевості, інтенсивності ерозійних процесів, складанням картограм категорій земель за інтенсивністю ерозії, характером ландшафту, з охопленням водозбірних басейнів, протиерозійна організація території і впровадження ґрунтозахисних сівозмін);

- *агротехнічні* (спрямовані на ослаблення поверхневого стоку і переводу його у внутріґрунтовий з обробіткою ґрунтів по горизонталі - "контурне" землеробство, обвалування з перемичками, снігозатримання, насадження лісосмуг і куліс, кротування, щілювання, безполицеву оранку зі збереженням стерні чи поживних решток, терасування схилів, боротьбу з ярами, будівництво протиерозійних гідротехнічних споруд, які захищають населені пункти, дороги тощо);

- *лісомеліоративні заходи* (висадження та оновлення лісосмуг у вигляді кліток, вирощування цінних багаторічних трав та їх підсів при зрідженні).

Вітрова ерозія розповсюджена в районах недостатнього зволоження і низької відносної вологості повітря. Найбільше вітровій ерозії піддаються сіро-бурі і бурі ґрунти пустель, каштанові і чорноземні ґрунти степів (наприклад північний Степ України).

Основними причинами вітрової ерозії є велика швидкість вітру, погано оструктурений або безструктурний стан ґрунту, глинисто-пилуватий механічний склад, відсутність рослинного покриву, порушення верхнього шару ґрунту ґрунтообробними машинами.

Вітром інтенсивно розвіюються розпушені звичайною оранкою глинисто-пилуваті, безструктурні ґрунти.

Виділяють два *підтипи вітрової ерозії*:

- пилові (чорні) бурі,
- повсякденна (місцева) вітрова ерозія.

Пилові бурі повторюються один раз на кілька років і бувають при дуже сильних вітрах (15—40 м/с) у суху пору року і слабкому рослинному покриві. Як правило, вони бувають у весняно-літній період. Їх характер залежить від добових змін швидкості вітру. Пилові бурі виникають вранці, в полудень досягають максимальної сили, а надвечір стихають.

Повсякденна (місцева) вітрова ерозія відбувається без пилових бур. Найчастіше вона спостерігається на схилах, які сприймають удари вітру. При сильному вітрі на схилах піднімаються смерчі, стовпи пилу, при слабкому — курить поземок, частки ґрунту не піднімаються високо, вони переміщуються стрибками і при цьому січуть листки рослин.

Вітрова ерозія буває і взимку. Вітер зносить з поля сніг, пересушує ґрунт і розвіює його. На прилеглих ділянках сніг чорніє від принесених часток ґрунту. Таке явище в народі називають «чорними зимами».

Вітрова ерозія (дефляція) призводить до:

- ❖ видування верхнього шару ґрунту,
- ❖ вкорочення потужності гумусового профілю,
- ❖ зменшення запасів гумусу,
- ❖ зменшення запасів азоту й інших елементів живлення в ґрунті.

Комплекс заходів щодо *запобігання й ослаблення дефляції* ґрунтів включає:

- *організаційно-господарські прийоми* (раціональний розподіл земельних угідь з ґрунтозахисними сівозмінами і смуговим землеробством),

- *агротехнічні прийоми* (безполицевий обробіток ґрунту із збереженням стерні та рослинних решток на поверхні; зайняті, сидеральні та кулісні пари; смугове розміщення парів; структуроутворення; вирощування багаторічних трав; плодово-ягідних культур),

- лісомеліоративні прийоми (висадження та оновлення лісосмуг у вигляді кліток, вирощування цінних багаторічних трав та їх підсів при зрідженні).

3. ПРОМИСЛОВА ЕРОЗІЯ ҐРУНТІВ ТА РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ

Більше 2 млрд. га різноманітних ґрунтів у світі відчужені і виключені з природних екосистем населеними пунктами, мережею доріг, ліній електропередач, трубопроводів, морськими або річковими портами, різноманітними сховищами, шахтами, водними об'єктами, звалищами тощо. Додатково щорічно вилучається з біосфери до 20 млн. га продуктивних земель. Поверхневий гумусовий горизонт цих територій знищений фізично або втрамбований в породу, залитий бетоном та асфальтом, отруєний та позбавлений життя. Рослинність, ґрунтова фауна, мікроорганізми, біоенергетика і біогеохімія на цих територіях зведені до мінімуму.

Видобуток корисних копалин відкритим способом викликає найбільш активне руйнування ґрунтового покриву і ландшафту в цілому: порушується рослинний і ґрунтовий покриви, гідрологічний та гідрохімічний режими території. У багатьох країнах світу значні площі зайняті кар'єрами, відвалами і териконами. Тверді наноси і токсичні сполуки забруднюють водотоки і цим додатково негативно впливають на довкілля. Наприклад, в Україні промислова ерозія має місце на Донбасі. Сучасним методом запобігання негативним наслідкам видобутку корисних копалин є селективна виїмка і складування гумусованих горизонтів ґрунтів для подальшого відновлення порушених територій. При гірничих розробках на поверхню часто виносять малопридатні для використання ґрунти чи навіть токсичні породи. Токсичність визначається мінералогічним і сольовим складом виносних порід, яким властиві висока кислотність і дуже висока неоднорідність за хімічними та фізичними властивостями. Тому меліорація розкривних порід передбачає вапнування, внесення мінеральних добрив і гомогенізацію кореневмісного шару.

Підземний видобуток корисних копалин також призводить до порушення ландшафту, тому що згодом розвиваються просадні явища, змінюються рельєф і гідрологічний режим території. Супутниками шахт є терикони, розмивання і розпилення яких погіршує властивості навколишніх ґрунтів і водотоків.

Для покращення стану територій з териконами і золовідвалами використовують:

- ✓ прийоми рекультивації,
- ✓ утилізацію відходів на дорожнє будівництво і будматеріали.

Видобуток нафти також призводить до порушення якості ґрунтового покриву - забруднення сировою нафтою і нафтовими водами, що просочуються зі шпар, пластовими водами. Забруднювачами можуть бути бурові розчини, які застосовуються при нафтовидобутку. В свою чергу газові потоки від видобутку нафти, змінюють склад ґрунтового повітря, збагачуючи його вуглеводами, сірководнем, оксидами вуглецю, сірки, азоту. Пластові води, збагачені розчинними солями, спричиняють місцеве засолення ґрунтів.

Промислове, цивільне і дорожнє будівництво, лінії електропередач призводять до непродуктивних втрат ґрунтів.

Рекультивація - система прийомів відновлення й оптимізації порушених ландшафтів. Вартість рекультивації входить у проектну вартість видобутку корисних копалин. Найбільше методично розроблена рекультивація земель, порушених гірськими розробками, яку проводять поетапно:

- *перший етап* – підготовчий (обстеження порушеної території, визначення напрямку рекультивації, складання техніко-економічного обґрунтування і проекту рекультивації);
- *другий етап* – гірничотехнічна рекультивація (хімічна меліорація).

Цей етап рекультивації проводять одночасно з експлуатацією кар'єру. Він складається з кількох стадій і серій необхідних робіт.

Перша стадія — зняття і складування гумусного горизонту ґрунту і окремо нейтральної (нетоксичної) породи для наступного їх використання під час рекультивації.

Друга стадія — формування і планування поверхні відвалів.

Третя стадія — формування потенційно родючого горизонту ґрунту. Якщо породи відвалів містять понад 20 % токсичних речовин, то спочатку їх засипають шаром нейтральної породи до 1 м (лес, пісок, лесовидний суглинок), а потім шар гуміфікованого ґрунту.

У разі потреби розкривні породи вапнують, розпушують насипний лес тощо.

На території рекультивованих ґрунтів будують під'їзні дороги, дренажну систему, гідротехнічні споруди для захисту відновлених ґрунтів від водної ерозії тощо.

➤ *третій етап* - біологічна рекультивація (відновлення родючості підготовлених у процесі гірничотехнічної рекультивації земель і перетворення їх у повноцінні лісові (заліснення) чи сільськогосподарські угіддя (вирощування сидератів)).

Напрямок і методи біологічної рекультивації вибирають залежно від географічного положення, району, клімату і господарсько-економічних особливостей.

Найпоширенішим і найдешевшим видом освоєння рекультивованих територій є лісонасадження. В інших випадках на відновлених землях вирощують польові або плодові культури, створюють зони відпочинку (лісопарки з водоймами), архітектурно-ландшафтні комплекси тощо.

Щоб уникнути порушення продуктивних ґрунтів на значних площах, рекомендується нові автомагістралі прокладати у напрямку існуючих доріг, надземні і підземні лінії електропередачі, газо- і нафтопроводи прив'язувати до доріг, ділянок малопродуктивних земель.

4. ОХОРОНА ВІД НАСЛІДКІВ ПЕРЕУЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТІВ

Родючі ґрунти мають пухку, грудкувато-зернисту структуру і характеризуються щільністю 1,15-1,3 г/см³. Використання важких машин при вирощуванні сільськогосподарських культур і обробіток полів в перезволоженому стані з часом переущільнюють ґрунт і значно зменшують його біопродуктивність. Особливо переущільнюється ґрунт по краях полів та технологічних коліях, в тих місцях, де техніка активно маневрує або зупиняється на тривалий час. Щільність орного шару ґрунту зростає до 1,5-1,8 г/см³. При оранці та інших видах обробітку ґрунт на цих ділянках погано розпушується на структурні агрегати, формує брили, що ускладнює всі наступні технологічні операції та погіршує умови росту й розвитку рослин.

Зрошення призводить до ще більшого переущільнення ґрунтів і стає майже неефективним, оскільки в таких умовах погіршується водопроникність, відбувається застій води на поверхні, а в окремих випадках цементация і коркування поверхні. В свою

чергу пересихання переущільнених горизонтів веде до утворення системи широких та глибоких тріщин, які розмежують поверхню на безструктурні полігони. Розвиток рослин у подібних умовах сильно пригнічений.

Переущільнення пасовищ відбувається внаслідок нераціонального безпланового випасання худоби.

Часто спостерігається проблема внутрігрунтового переущільнення за рахунок обробітку на одні й ті ж глибини. Найчастіше шар ґрунту з підвищеною щільністю формується на глибині 20-40 см та стає водоупором, що уповільнює вертикальні міграційні потоки води та викликає оглеєння. За таких умов анаеробна мікрофлора активізується та посилюється інтенсивність відновних процесів, в подальшому - зростає концентрація токсичних для рослин газів (аміак, сірководень і метан).

Відновлення родючості переущільнених ґрунтів - справа складна і тривала. В таких випадках ефективним є застосування органічних добрив, збереження вологи, відмова від основного обробітку з оборотом гумусоаккумулятивного горизонту і його заміна на безполицевий та поверхневий, а деколи і внесення піску (піскування). Проте основним завданням залишається полегшення ваги сільськогосподарських машин, зменшення кількості проходів техніки по полю, травосіяння та використання органічних добрив.

5. ДЕВЕГЕТАЦІЯ ТА ДЕГУМІФІКАЦІЯ ҐРУНТІВ ТА ЗАХИСТ ЇХ ВІД НАСЛІДКІВ

Девегетацією називається втрата ґрунтами свого природного лісового, кущового та трав'янистого покриву, - це явище, яке призводить до поступового знеживлення едафотопу, до пониження його біопродуктивності та втрати екологічних функцій. Ґрунти з штучно збідненим рослинним покривом втрачають кореневу біомасу, відповідно і запаси цінних мінеральних та органічних речовин, втрачають свої біоенергетичні ресурси, стають стерильними, безструктурними, легко піддаються ерозії. Для боротьби з цим явищем необхідно забезпечувати:

- ❖ *в пасовищному господарстві* - оптимальне навантаження поголів'я худоби, підсіви та підживлення трав, впровадження системи загонів та огорож;

- ❖ *в польових сівозмінах* - збільшення частки багаторічних трав, регулярність і систематичність внесення органічних добрив, контурний обробіток полів із врахуванням особливостей рельєфу;
- ❖ *в лісовому господарстві* - швидке відновлення і збереження лісової рослинності;
- ❖ *на гірських та схилових ландшафтах* - створення лісоплодових насаджень і терас;
- ❖ *в дорожньому та міському господарствах* - деревонасадження, насадження парків, скверів, садів, насадження або відновлення трав'янистого дернового покриття у дворах, на вулицях та узбіччях доріг.

Дефлорація є початковою стадією *дегуміфікації*. Як наслідок відбувається зменшення кількості органічної речовини у ґрунті (на 30-40%), яка активно окиснюється. Проте, основною причиною дегуміфікації є оранка, при якій спостерігається швидке зменшення вмісту та запасів органічної речовини.

Зміну вмісту гумусу в ґрунті визначають:

- ✓ структура посівних площ,
- ✓ співвідношення у сівозмінах просапних культур і культур суцільної сівби,
- ✓ питома вага багаторічних трав,
- ✓ застосування органічних і мінеральних добрив.

Великі втрати гумусу досить часто спричинені безвідповідальністю людей: з метою економії коштів пожнивні рештки не заорюють в ґрунт, а спалюють - вогонь нищить органіку на поверхні ґрунту, яка могла б стати джерелом гумусу. Він термічно "стерилізує" поверхневі горизонти, вбиваючи всю біоту, що бере активну участь у процесах гуміфікації. Зрештою вогонь швидко пересушує верхні декілька сантиметрів ґрунту, в яких гумус просто горить.

Меліорація торф'яних ґрунтів також супроводжується втратою органічної речовини. Процес осушення супроводжується зменшенням потужності торф'яного шару в середньому на 2-3 см/рік. Цей процес відбувається за рахунок ущільнення торф'яної маси внаслідок часткового зневоднювання, коагуляції колоїдів і зміни природної структури торфу (1,9-2,5 см/рік), а також у результаті безповоротних втрат, обумовлених мінералізацією й ерозією торфу (0,1-0,5 см/рік).

Сприяти *наростанню кількості та якості гумусу* в ґрунті можна:

- систематичним застосуванням органічних добрив,
- вапнуванням кислих ґрунтів,
- використанням у сівозміні багаторічних трав,
- регулюванням співвідношення площ просапних і зернових культур,
- безполицевим обробітком ґрунту,
- мінімалізацією обробітку ґрунту та іншими прийомами.

Підраховано, що для створення бездефіцитного балансу органічної речовини в ґрунті в середньому варто вносити 6-8 т/га в Степу, 8-12 т/га в Лісостепу та 12-15 т/га на Поліссі органічних добрив щорічно. Природно, що при цьому важливо враховувати властивості ґрунтів, особливо якість органічних добрив. Відновлюють і стабілізують вміст і запаси гумусу оструктуреність ґрунтів, покращення їх водно-фізичних властивостей, посів багаторічних трав. Позитивно діє заробка в ґрунт пожнивних решток. Сполучення науково-обґрунтованих доз мінеральних добрив з органічними сприятливо позначається на зростанні родючості ґрунтів, збільшенні врожайності культур і якості врожаю.

6. ҐРУНТОВТОМА, ТОКСИКОЗ ТА ВИСНАЖЕННЯ ҐРУНТІВ

Вирощування сільськогосподарських рослин у монокультурі протягом 4-6 років сприяє накопиченню у ґрунтах метаболітів і токсинів, що виділяє коренева система рослин під час вегетації, та мінералізації залишків після збирання врожаю. Відбувається перебудова мікробіоценозу. Поступово в орному шарі починають домінувати однотипні групи мікроорганізмів та шкідників, що викликають хвороби, властиві даній культурі. Спроби здолати захворювання, шкідників та бур'яни за допомогою різноманітних біоцидів не тільки не сприяє зростанню врожайів, але й отруює ґрунти, води, біопродукцію, комах, що запилюють рослини, птахів, тварин-геобіонтів і людину.

При утворенні токсинів у едафотопі виникає явище токсикозу і, як його наслідок, ґрунтовтома, яка проявляється в різкому пригніченні рослин та зниженні їх врожайності (льоновтома, конюшиновтома, втома ґрунтів під плодовими насадженнями). Явище ґрунтовтоми не спостерігається в природних незайманих біогеоценозах. Воно є

типовою ознакою антропогенної трансформації едафотопів.

Втомлений ґрунт має ознаки глибоких патогенних змін. Токсикоз ґрунтів включає прояв пригнічення росту рослин на цілинних і окультурених ґрунтах не тільки в монокультурі, а й у сівозмінах. Причиною токсикозу ґрунтів найчастіше виступає мікрофлора, яка виділяє фітотоксини. Серед відомих фітотоксинів найбільш негативно діють антибіотики (циклогексамід, азазерин, окситетрациклін, стрептоміцин, поліміксинова кислота та пеніцилін), алкалоїди та деякі гетероциклічні сполуки. Загальновідома токсичність кумарину, який гальмує проростання насіння в нещільно малих концентраціях. Саме кумарин найчастіше використовують для порівняльного тестування інших фітотоксинів.

Тривале застосування азотних добрив окремо і разом з калійними на кислих дерново-підзолистих ґрунтах призводить до різкого погіршення їх родючості і падіння вражайності без помітної зміни агрохімічних властивостей. В цьому є прояв прихованої негативної дії мінеральних добрив на кислих ґрунтах. Проте мікробіологічні дослідження показали, що при майже незмінних агрохімічних властивостях відбувається різка трансформація мікробоценозу, особливо грибів-мікроміцетів, в бік домінування токсиноутворюючих форм. Застосування як разових надлишкових доз добрив, так і тривале внесення добрив у малих концентраціях провокує токсикоз. Це явище не проявляється, коли мікробоценоз знаходиться в стані гомеостазу.

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва виснажує ґрунти, особливо в умовах, коли польові сівозміни насичені просапними культурами, як то кукурудза або соняшник. З урожаєм з біологічного кругообігу назавжди виноситься значна частка біофільних елементів. Внесення добрив не може повністю компенсувати ці втрати. Доведено, що саме трави здатні нівелювати негативний баланс поживних речовин. Системи землеробства майбутнього обов'язково повинні стати природоохоронними, тобто основаними на раціональному комбінуванні безполіцевого обробітку та травосіяння з введенням полівидових угруповань. Механічний і хімічний обробіток едафотопів повинен бути мінімалізований.

7. ОПУСТЕЛЮВАННЯ ҐРУНТІВ ТА ЇХ ОХОРОНА

Волога є найважливішим фактором ґрунтової родючості. Оптимальна вологість ґрунтів для більшості рослин знаходиться в межах 60-100 % від польової (найменшої) вологоємності. Фактична вологість ґрунтів пустель і степів зазвичай є нижчою від оптимуму, нижчою від коефіцієнту в'янення і часто знаходиться на рівні повітряної сухості. У пустелях і посушливих степах потенційне і фізичне випаровування залишає ґрунт без продуктивної вологи взагалі. Відповідно до цього продуктивність пасовищ і полів цих ландшафтів низька і часто нульова. Якщо прийняти потребу фітобіомаси в мінеральних речовинах за 1, то потреба у воді сягатиме 100000.

До 40-45% поверхні земної суші не забезпечені регулярним атмосферним зволоженням і представлені пустелями і посушливими степами. Це результат постльодовикового процесу аридизації суші та зменшення атмосферних опадів до 50-200 мм/рік. Однак до 10 - 15% поверхні суші піддаються опустелюванню в результаті помилкових дій людини. Знищення лісів і чагарників на паливо, на будівництво, при підсічному (вогняному) землеробстві різко зменшує надходження і запаси вологи в ґрунтах. Занадто висока чисельність поголів'я тварин призводить до:

- порушення дернини,
- переущільнення,
- безструктурності,
- кіркування поверхні ґрунтів.

Едафотопи деградують. Щорічно у світі піддається опустелюванню 5-7 млн. га продуктивних земель. Частота і суворість посушливих років зростає і в Україні (Херсонщина). Необхідні значні капіталовкладення та глобальні **заходи по запобіганню опустелюванню** певних територій:

- ❖ створення лісозахисних смуг та лісонасадження,
- ❖ фітомеліорація,
- ❖ врегулювання поголів'я худоби згідно біопродуктивності угідь,
- ❖ відмова від оранки схилених ґрунтів,
- ❖ розумне чергування чистих і зайнятих парів,
- ❖ підтримка структурності едафотопів,
- ❖ снігозатримання,

- ❖ застосування безполицевого обробітку з періодичним глибоким розпушенням верхніх горизонтів ґрунту і т.і.

8. СЕЛІ ТА ЗСУВИ І ОХОРОНА ҐРУНТІВ

Горбисті і гірські ландшафти на нашій планеті займають до 30 - 35% площі суші. У природних і малопорушених людиною умовах ці території зазвичай вкриті різноманітною лісовою, чагарниковою і трав'янистою рослинністю, що росте на схилових ґрунтах з малопотужним профілем. Порівняно з рівнинами передгір'я і гори були завжди більш забезпечені вологою, не страждали від посух і заболоченості, тому інтенсивно використовувались людиною.

Гірські ландшафти з їх ґрунтами та рослинами відігравали і відіграють вельми значну *роль в режимі біосфери*:

- біогенна фіксація вуглекислоти й азоту,
- емісія кисню,
- утворення величезних запасів біомаси та біофільних елементів,
- накопичення та повільне танення снігових мас,
- інфільтрація атмосферної вологи,
- запаси та постійне живлення стоку річкових і підземних вод на рівнинах.

Ці природні багатства гір і передгір розкрадались, знищувались або непоправно руйнувались людиною: ліси в горах вирубувались на паливо, на будівництво та потреби транспорту, індустрії, винищувались пожежами і дорогами. Все це корінним чином змінило гідрологічний режим гірських ландшафтів. Без рослинного деревного покриву танення снігових мас стало прискореним. Стік зливових вод набув катастрофічного характеру.

Ґрунти оголених схилів змиваються настільки інтенсивно, що за 3-5 років зникають всі генетичні горизонти, а на поверхню виходить гірська порода. Водний потік, що спочатку змив значну частину дрібнозему з поверхні схилових ґрунтів, набравши швидкості, змітає в гірських долинах на своєму шляху все: мости, поля, сади, отари тварин, населені пункти. Ця стихія отримала назву "селі".

Селі виносять на рівнини величезні маси алювію (мулу, каміння, уламки скель).

За останні десятиліття частота катастрофічних селей зросла. Майже щороку селеві потоки реєструються на Кавказі, в Криму, в Середній Азії, на Балканах, в Індії, Пакистані, Китаї та інших гірських областях світу.

Фіксуються селеві потоки і в Україні, зокрема у Карпатах та Кримських горах. За останні 100-150 років значне скорочення площі лісів у Карпатах призвело до зростання катастрофічних повеней та селей. Проте саме в останньому десятилітті минулого століття термін *катастрофічна повінь* та *сель* стали ототожнюватись.

Не менш грізним наслідком знищення гірських лісів є значні *зсуви* ґрунту на схилах. Гори в більшості своїй продовжують повільний тектонічний ріст (1-5 мм/рік). Вони розташовані в сейсмічно активних зонах. Стародавні четвертинні, зазвичай лесовидні та глинисті шаруваті відклади виводяться з первинного горизонтального положення і набувають помітного нахилу при їх підніманні на 1000-2000 м. Антропогенне знищення лісової і трав'янисто-чагарникової рослинності призводить до глибоких змін водного режиму територій. За цих умов величезні брили та масиви лесовидних і суглинистих ґрунтів (площею в сотні і тисячі гектарів) починають зсуватись по перезволожених глинах, сповзаючи вниз по схилу, ховаючи під собою людей, тварин, поля, будинки та цілі поселення. Ґрунтовий покрив в районах зсувів повністю руйнується, відповідно до цього дестабілізуються нормальний режим та функції біосфери.

Найсильніше від селей та зсувів страждає Закарпаття. Саме в цьому регіоні найбільш безсистемно вирубують ліси.

Тому райони селей і катастрофічних зсувів повинні ретельно вивчатися, науково-обґрунтовано заліснюватись. На цих територіях необхідно будувати захисні інженерні споруди, бетоновані водовідводи.

9. ЗАХИСТ ҐРУНТІВ ВІД ПРОЦЕСІВ ВТОРИННОГО ЗАСОЛЕННЯ, ОСОЛОНЦЮВАННЯ І ЗЛИТИЗАЦІЇ

Зрошення стає вирішенням проблеми недостатнього зволоження у посушливих районах для створення оптимального водного режиму. Площа зрошуваних земель світу складає близько 220 млн. га. Однак при порушенні правил експлуатації іригаційних систем, при їх недосконалих проектах виникають побічні явища: вторинне засолення,

осолонцювання, злитість і т.п.

Головні *причини деградації зрошуваних ґрунтів*:

- бездренажне зрошення,
- великі втрати води на фільтрацію,
- будівництво зрошувальних каналів без гідроізоляції,
- перевищення зрошувальних норм,
- неконтрольована подача води,
- поливи мінералізованою водою.

У зрошувальних системах світу більше половини води витрачається не за призначенням. Засоленню піддаються насамперед ті ґрунти, де зрошувальні системи не мають дренажних пристроїв. Зрошувальні води при фільтрації викликають підвищення рівня ґрунтових вод. Їх підняття і випаровування супроводжується нагромадженням солей у ґрунтовому профілі. Крім вертикального, виникає і горизонтальний рух солей, викликаний розходженням положення ділянок за рельєфом чи комплексністю ґрунтового покриву.

Найтоксичнішим є *содове засолення*. Воно *викликає*:

- ❖ різку зміну реакції ґрунтового розчину (рН 9-11),
- ❖ зміну складу поглинених катіонів,
- ❖ легітимацію колоїдів,
- ❖ підвищення мобільності органічної речовини,
- ❖ погіршення водно-фізичних властивостей ґрунту (його структурного стану).

У чорноземах в умовах зрошення швидко руйнується вихідна водостійка зерниста чи дрібногрудкувата структура орного шару. З'являється брилистість, злитість, схильність до утворення поверхневої кірки після поливів і дощів. Процес *злитогенезу призводить* до:

- зниження вмісту доступної рослинам вологи,
- погіршення повітрообміну,
- ускладнення обробітку ґрунту,
- погіршення дренажу ґрунту,

- ускладнення промивання від солей.

Для зрошення придатні води з концентрацією солей до 1 г/л. Більшість річок, води яких використовували для зрошення в нашій країні, мали концентрацію солей 0,2-0,3 г/л. У даний час мінералізація води в деяких ріках збільшилася до 0,8-1,5 г/л, при цьому карбонатно-кальцієвий склад її став мінятися на сульфатно-магнієвий, сульфатно-натрієвий, хлоридно-натрієвий і карбонатно-натрієвий. Це пов'язано із дерегулюванням стоку рік, збільшенням стоку дренажних і промислових вод, зростанням ролі випаровування. Гранично припустимою мінералізацією для зрошення ґрунтів середнього і важкого гранскладу вважають 2-3 г/л, а для супіщаних і піщаних - 10-12 г/л. Особливо небажана присутність у поливній воді гідрокарбонату натрію. Вода з його вмістом менше 1,2 мг-екв/л придатна для зрошення, 1,25-2,5 - умовно придатна, більше 2,5 - непридатна. Води підвищеної мінералізації й особливо лужні викликають вторинне осолонцювання ґрунтів.

Для *запобігання втратам поливної води і вторинному засоленню* рекомендують:

- закрити мережу каналів, що виключає фільтрацію води;
- дренажні споруди, що забезпечують утримання солоних ґрунтових вод на глибині не ближче 1,5-3 м;
- капітальні промивання ґрунтів, якщо вони засолені, для вилучення солей з кореневмісного шару;
- регулярні вегетаційні поливи з дренажними водовідводами.

Для *охорони ґрунтів від солового засолення і злитості* необхідно провадити:

- ❖ хімічну меліорацію (внесення гіпсу),
- ❖ застосування фізіологічно кислих і сірковмісних добрив,
- ❖ введення в сівозміну багаторічних трав.

Режим зрошення повинен виключати перезволоження і пересушення ґрунтів.

При зрошенні необхідні:

- висока культура землеробства,
- суворе дотримання технологічних норм,
- організація постійнодіючої контрольної служби на зрошувальних системах,

- моніторинг водно-сольового режиму зрошувальних ґрунтів, їх структурного і гумусного стану (для запобігання їх деградації та підтримки високої родючості).

10. ВТОРИННА КИСЛОТНІСТЬ ҐРУНТІВ

Для більшості сільськогосподарських рослин оптимальна реакція ґрунтів знаходиться в межах рН 6,5-8,0. За умов промивного водного режиму ґрунти (буроземи, підзоли, жовтоземи, фералітні тропічні ґрунти) володіють підвищеною кислотністю (рН 5-6, наявні обмінний водень, токсичний рухомий алюміній). Ще вища кислотність болотних ґрунтів змінного окисно-відновного режиму (рН іноді 3-4).

Родючість і загальна біопродуктивність кислих ґрунтів тим нижче, чим вище їх кислотність. Протягом останніх десятиліть спостерігається різке підвищення кислотності атмосферних опадів, озерних вод, поверхневого стоку і ґрунтів, що пов'язано з осіданням вугільної, сірчаної, азотної і навіть соляної кислот. Ці кислоти утворюються з газів, що забруднюють атмосферу (транспорт, індустриальні підприємства, теплоелектростанції тощо).

Кислотні дощі нищать ліси на всій планеті, збільшують кислотність ґрунтів на 1-2 одиниці рН. При цьому в ґрунтах і ґрунтових водах різко зростає концентрація токсичних для людей сполук (зокрема алюмінію, меркурію (ртуті), плюмбуму (свинцю), кадмію). Вапнування понижує кислотність едафотопів, але лише тимчасово, оскільки кислотні дощі і надалі випадають. Необхідні абсолютно нові промислові технології, які передбачають відмову від спалювання палива, що супроводжується викидами оксидів сірки й азоту.

Помітну роль в збільшенні вторинної кислотності орних ґрунтів відіграє неконтрольоване застосування фізіологічно кислих добрив без одночасного вапнування. Негативні наслідки природної, а особливо вторинної кислотності ґрунтів недооцінювались. Погіршення стану рослинності, особливо масова загибель лісів, наносить велику шкоду біосфері всієї планети. Сьогодні потрібні довготривалі цільові програми попередження і ліквідації кислотності ґрунтів, рік і озер всієї планети. Без

цього зберегти ліси і збільшити урожайність на ґрунтах нечорноземних зон буде неможливо.

11. ОХОРОНА ҐРУНТІВ ВІД ПЕРЕОСУШЕННЯ

Переосушення - розповсюджена форма деградації ґрунтів. Воно спостерігається при реалізації необдуманих меліоративних проєктів та недотриманні технологічних стандартів: побудова сітки занадто глибоких осушувальних каналів або відсутність шлюзів, що регулюють стік і рівень відводних вод, неодмінно призведуть до пониження капілярної кайми. При виконанні осушувальних робіт хибно орієнтуватись лише на відведення надлишків води. Необхідно встановити і забезпечити оптимальний рівень залягання ґрунтових вод на полях і пасовищах, при якому відбуватиметься підґрунтове зволоження рослин в сухі бездощові періоди (*субіригація*). На ґрунтах різного механічного складу оптимальна глибина підґрунтових вод різна (на пісках і супісках 70-80 см, на суглинках - 100-180 см).

До переосушення і зниження родючості ґрунтів (особливо легкого гранскладу) або до локального “вимокання” ґрунтової маси (важкого гранскладу) призводить закладення дренажів і водовідводних каналів без врахування мезорельєфу і гранулометричного складу ґрунтів. При проєктуванні сітки осушувальних каналів необхідно створювати водомірні пости і шлюзи, які дозволятимуть керувати рівнем ґрунтових вод, їх відтоком та попереджати небезпеку переосушення ґрунтів.

Значна шкода господарствам чорноземної і нечорноземної зон завдана висиханням малих річок. Зазвичай ці водотоки мали складні меандри русел і розвинуті заплавні тераси, на яких утворювались багаті ґрунти. Періодичні повені підживлювали заплавні едафотопи і регулярно збагачували їх родючим алювієм. Так звана меліорація заплави шляхом вирівнювання русел малих річок позбавила ці ландшафти води та родючого мулу, знизила рівень води в річках і викликала переосушення (часто з содовим засоленням) заплавних лугових ґрунтів.

В наш час, головним завданням має стати не осушувальна меліорація нових площ, а освоєння вже осушених угідь і занедбаних ділянок.

12. ОХОРОНА ҐРУНТІВ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ ХІМІЧНИМИ ПРЕПАРАТАМИ

Інтенсивна система землеробства передбачає застосування високих доз мінеральних добрив, пестицидів та інших продуктів хімічної промисловості. При грамотному, науково обґрунтованому і раціональному їх застосуванні підвищуються родючість ґрунту і урожайність сільськогосподарських культур без зниження якості продукції.

Безсистемне внесення мінеральних добрив спричинює негативні наслідки. Надмірне внесення азотних добрив зумовлює підвищення концентрації нітратів у ґрунтових водах. Ґрунт і ґрунтові води забруднює також і надлишок амонійного азоту, джерелом якого є відходи тваринництва і міські стічні води. Аномально високі концентрації азоту в ґрунтах і природних водах мають місце навколо хімічних заводів, які виробляють азотні добрива.

Вживання питної води з високим вмістом азоту негативно впливає на здоров'я людей. Амонійний азот окислюється до нітратів, на що витрачається велика кількість кисню. Тому у водоймах з високою концентрацією цієї форми азоту згодом настає кисневе голодування всіх гідробіонтів, а вода стає протухлою.

Щоб зменшити надлишок азоту в ґрунтах і природних водах, слід розширювати посівні площі бобових культур, застосовувати повільно діючі форми азотних добрив, виготовляти компости з органічних решток, запроваджувати нові технології виробництва азотних добрив.

Вміст фосфору в ґрунтах порівняно невеликий, а його природні сполуки, як правило, малодоступні для рослин. Для нормального живлення рослин азотом, фосфором і калієм їх співвідношення в ґрунті має бути 1 : 1 : 1 або 1 : 2 : 2,5. Якщо співвідношення фосфору до азоту буде менше один до одного, тобто відносний вміст фосфору менший за вміст азоту, то в тканинах рослин накопичуються відновні сполуки азоту і їх концентрація може досягти рівня канцерогенності. Тому фосфорні добрива слід систематично вносити в ґрунт.

Внесений у ґрунт фосфор рослини засвоюють у меншій кількості, ніж азот. Коефіцієнт використання фосфору з мінеральних добрив майже вдвічі менший, ніж азоту.

З кальцієм, алюмінієм та іншими металами фосфор утворює нерозчинні і важкорозчинні сполуки. Все це змушує збільшувати дози фосфорних добрив.

Підрахунки вчених агрохіміків показали, що з 10 частин фосфору, який витрачено на вирощування кормових рослин, одна частина засвоюється людиною з продуктами харчування, три частини залишаються увібраними ґрунтом, а шість частин з відходами тваринницьких ферм змиваються у водойми, якщо їх не використовують як органічні добрива. Ця частина фосфатів і є джерелом забруднення природних вод. В наш час близько 3-4 млн т фосфатів щорічно надходить з континентів у Світовий океан.

Одночасно відбувається інтенсивна фосфатизація суші. Основними джерелами її є виробництво і застосування мінеральних добрив, біоцидів, добування молюсків, водоростей, рибний промисел, викиди промислових підприємств та ін.

Застосування фосфорних добрив у великих дозах призводить до небажаного накопичення в ґрунтах деяких супутніх елементів: стабільного стронцію, фтору, сполук урану, радію, торію та інших елементів.

Внесення калійних добрив суттєво не впливає на навколишнє середовище. Проте з калійними добривами вноситься значна кількість хлору. Накопичення його в ґрунтах, ґрунтових водах і водоймах призводить до негативних наслідків. Насамперед знижується якість продукції багатьох сільськогосподарських культур. Так, у картоплі формуються водянисті бульби з неприємним запахом.

Надлишки хлору негативно впливають на деякі процеси ґрунтоутворення: в кислих ґрунтах він підкислює середовище, посилює елювіальні процеси, а в нейтральних і лужних — спричинює солонцюватість. Поряд з азотом, фосфором і калієм значну роль в житті рослин відіграє сірка. Вона бере участь у перетворенні нітратів на амінокислоти. Тому при нестачі сірки в рослинах накопичується нітратний азот.

У ґрунтах сірки, як правило, достатньо для нормального життя рослин. Джерелами надходження її у ґрунт є органічні і мінеральні добрива і викиди

промислових підприємств. Викиди промислових підприємств надходять в атмосферу і ґрунти у вигляді сухих часток SO_2 , газоподібних сполук і кислих дощів.

При забрудненні ландшафтів оксид сірки крізь породи потрапляє в асиміляційну тканину рослин і спричинює зменшення сумарної поверхні хлоропластів, що призводить до зниження інтенсивності фотосинтезу і зменшення продуктивності рослин.

В атмосфері оксид сірки SO_2 окислюється в оксид SO_3 . Оксиди азоту і сірки, які викидаються в атмосферу, розчиняються в краплинах туману і хмар і перетворюються на кислоти, які випадають на землю з дощовими краплинами. Кислотні дощі підвищують кислотність ґрунту до $\text{pH} = 4,0$, що негативно впливає на розвиток культурних рослин.

Міграція мінеральних добрив з сільськогосподарських угідь у водойми зумовлює їх евтрофікацію. Висока концентрація азоту, фосфору та інших елементів спричинює інтенсивний розвиток водоростей і мікроорганізмів, процеси денітрифікації, ресульфатації з утворенням сірководню, метану, етилену. В таких водоймах виникає гострий дефіцит кисню внаслідок використання його на дихання водоростей і окислення органічних речовин.

Явище евтрофікації призводить до загибелі риби та інших тварин водойми, захворювання людей і тварин, які п'ють цю воду. Основними заходами охорони ґрунтів від забруднення мінеральними добривами та супутніми сполуками є внесення науково обґрунтованих доз добрив, їх оптимальні форми і строки внесення.

Раціональне застосування органічних і мінеральних добрив стабілізує баланс поживних елементів в ґрунті, не спричинює небажаних явищ, підвищує родючість ґрунту.

Ведення сільського і лісового господарства в наш час неможливе без застосування пестицидів — отрутохімікатів для боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами рослин. Вони захищають сільськогосподарські і лісові культури, зберігають високий урожай.

Однак поряд з цим пестициди накопичуються в ландшафтах, вносять небажані зміни в біоценозах, знищують тварин, призводять до глибоких і незворотних порушень нормальних циклів біологічного кругообігу речовин. З продуктами харчування вони

потрапляють в організм людини і спричинюють захворювання або відхилення від норми. Окремі пестициди зумовлюють мутації. Частина пестицидів, що потрапила у ґрунт, затримується вбирним комплексом, інша частина — з нисхідними потоками води мігрує в нижні горизонти.

Багато пестицидів є стійкими сполуками і тривалий час зберігаються в ґрунті. Вони переносяться вітрами, ґрунтовими водами, з продуктами харчування і таким чином поширюють свій вплив на великій території. Навіть незначна концентрація пестицидів у ґрунтових водах змінює їх органолептичні властивості (смак, запах), робить їх непридатними для пиття.

Якщо поле одноразово оброблене гербіцидами, то ця сполука залишається в ґрунті кілька років. Це так звана залишкова токсикація ґрунтів. Однією з її причин є ексудація отрутохімікатів кореневою системою рослин. При обробці надземних органів рослин гербіцидами їх молекули потрапляють у провідні тканини і з внутрішнім потоком речовин досягають кореневої системи, де і залишаються після відмирання рослин.

Основними заходами захисту ґрунтів від забруднення пестицидами є синтез і застосування малотоксичних і нестійких сполук, зменшення їх доз. Вже розроблено кілька способів, які дають змогу зменшити дози внесення пестицидів, не знижуючи їх ефективності.

Найпоширенішими з них є застосування пестицидів одночасно з іншими агротехнічними заходами, застосування перспективних форм отрутохімікатів, відмова від авіаційного і збільшення наземного способу внесення, чергування застосування пестицидів з неоднаковим механізмом дії та ін.

Частина пестицидів, яка потрапляє в ґрунт, через певний час втрачає біоцидні властивості, відбувається їх детоксикація. Головний критерій детоксикації — повне розпадання молекул пестициду на нетоксичні компоненти. У багатьох пестицидів цей процес займає значний відрізок часу. Основний шлях детоксикації полярних пестицидів — адсорбція їх колоїдним комплексом ґрунту. Природна детоксикація відбувається також під впливом дистиляції пестицидів з водними парами і перехід їх у газоподібний стан. Токсиканти інтенсивно розпадаються під впливом ультрафіолетового опромінення, в процесі життєдіяльності мікроорганізмів, в тканинах рослин тощо.

13. ОХОРОНА ҐРУНТІВ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ ЕЛЕМЕНТАМИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Гірничодобувна, хімічна, металургійна, машинобудівна та інші види промисловості викидають в навколишнє середовище значну кількість твердих і газоподібних речовин. Їх сукупність зумовлює комплекс геохімічних процесів, які академік О. Є. Ферсман назвав *техногенезом*.

У процесі техногенезу поверхня землі збагачується на різні хімічні елементи. На геохімію ґрунтоутворення значно впливають важкі метали та їхні сполуки. До важких металів належать флуор (фтор), ванадій, хром, манган (марганець), кобальт, нікель, купрум (мідь), цинк, арсен (миш'як), молібден, кадмій, меркурій (ртуть), плюмбум (свинець), бісмут (вісмут), телур, стибій (сурма) та деякі інші.

Особливо небезпечними для навколишнього середовища є меркурій (ртуть), плюмбум (свинець), кадмій, арсен (миш'як), селен і флуор (фтор).

Основними джерелами забруднення ґрунтів важкими металами є відходи металообробної промисловості, промислові викиди, продукти згоряння палива, викиди автомобільного транспорту, засоби хімізації сільського господарства та ін.

Розподіл техногенних елементів по поверхні ґрунту нерівномірний. Він залежить від джерела забруднення, кліматичних умов регіону, геохімічних факторів і характеру ландшафту. З ґрунтів важкі метали засвоюються рослинами, передаються ланцюгами живлення і токсично діють на рослини, тварини і людину.

Токсичність важких металів вже достатньо вивчено і висвітлено у спеціальній літературі. Накопичення їх в організмі людини призводить до тяжких захворювань і смерті. Зафіксовані випадки загибелі рослин від надмірної концентрації деяких металів у ґрунті.

У багатьох країнах світу постійно контролюють забруднення ґрунтів важкими металами.

Захист ґрунтів від забруднення важкими металами базується на вдосконаленні технології виробництва. Запровадження нових замкнених технологічних систем різко

зменшує забруднення ландшафтів токсичними викидами. Одночасно необхідно будувати очисні споруди на підприємствах старого типу.

Перспективним напрямом вирішення цієї проблеми є культивування мікроорганізмів, які здатні накопичувати той або інший метал. Таким шляхом вже отримують мідь, уран, миш'як та інші метали.

Розроблені і застосовуються на практиці способи інактивації важких металів у забруднених ґрунтах. Для цього рекомендовано ряд хімічних сполук, які фіксують токсичні метали в ґрунті в нерозчинній і недоступній для рослин формі.

Вапнування ґрунтів, внесення органічних і мінеральних добрив також значною мірою закріплюють важкі метали в ґрунтах. Зменшення кислотності ґрунту знижує розчинність сполук свинцю, кадмію, миш'яку і цинку. Засвоєння їх рослинами різко зменшується.

Органічні добрива адсорбують і утримують на поверхні колоїдів більшість важких металів.

Застосування запобіжних заходів і заходів щодо ліквідації забруднення ґрунтів важкими металами дає змогу захистити ґрунт і рослини від їх токсичної дії.

14. ПРАВОВІ ОСНОВИ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ В УКРАЇНІ ТА МОНІТОРИНГ ҐРУНТІВ

Ґрунти в нашій державі є об'єктом правової охорони. Порядок охорони земель встановлюється законодавством України. Правова основа охорони ґрунтів закладена Законом України про охорону навколишнього природного середовища (1991), Земельним кодексом України (1992) та іншими законодавчими актами.

Завданням земельного законодавства є регулювання земельних відносин з метою створення умов для раціонального використання й охорони земель, збереження та відтворення родючості ґрунтів, поліпшення природного середовища.

Згідно з існуючим законодавством земля є надбанням народу, який проживає на даній території. Кожний громадянин України має право на земельну ділянку. Земельне законодавство регулює права і обов'язки землевласників і землекористувачів. Власники землі і землекористувачі зобов'язані раціонально організувати територію земельної

ділянки, зберігати і підвищувати родючість ґрунту, захищати землі від водної та вітрової ерозії, селів, підтоплення, заболочування, вторинного засолення, висушування, ущільнення, забруднення відходами виробництва, хімічними і радіоактивними речовинами, від заростання сільськогосподарських угідь чагарниками і дрібноліссям. При проведенні робіт, пов'язаних із порушенням земель, землекористувачі зобов'язані знімати, складувати і зберігати родючий шар ґрунту, а по завершенні цих робіт провести рекультивацію порушених земель і вжити заходів щодо підвищення їх родючості. Якщо традиційними способами не можна відновити родючість ґрунту, то здійснюють тимчасову консервацію деградованих сільськогосподарських угідь. В даному випадку земельну ділянку не використовують кілька років.

В разі невиконання землевласниками і землекористувачами цих обов'язків місцеві Ради народних депутатів припиняють право володіння і право користування земельною ділянкою.

Земельним кодексом України передбачено економічне стимулювання раціонального використання та охорони земель, яке спрямоване на підвищення зацікавленості власників і землекористувачів у збереженні та відновленні родючості ґрунтів, на захист земель від негативних наслідків виробничої діяльності. Економічне стимулювання, зокрема, включає виділення коштів державного та місцевого бюджету для відновлення земель, заохочення до поліпшення їх якості тощо.

На території України встановлено *моніторинг земель* — систему спостережень за станом земельного фонду з метою своєчасного виявлення змін, відведення та ліквідації наслідків негативного процесу.

Державне управління і контроль у галузі використання і охорони земель здійснюють Кабінет Міністрів України, місцеві Ради народних депутатів і місцеві державні адміністрації, Державне агентство земельних ресурсів України, Міністерство енергетики і захисту довкілля, Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру, інші органи. Значну допомогу в цій справі надають громадські організації, зокрема Українське товариство охорони природи.

Робота з охорони ґрунтів припускає наявність інформації про стан ґрунтів, про їх зміни під впливом антропогенних навантажень.

На відміну від атмосферного повітря і природних вод, спостереження за станом

і забрудненням ґрунтів мінеральними й органічними токсикантами вкрай обмежене і належно не організоване. Екологічна роль ґрунту як вузла зв'язків біосфери, де найінтенсивніше відбуваються всі процеси обміну речовин між земною корою, гідросферою, атмосферою й організмами, що живуть на суші, визначає необхідність спеціальної організації ґрунтового моніторингу як невід'ємної частини загального моніторингу навколишнього середовища. Необхідність організації служби ґрунтового моніторингу відчувається все гостріше, оскільки величина антропогенного пресу на едафотопи постійно зростає, причому збільшуються і темпи його росту. Загальний об'єм глобальних антропогенних навантажень на ґрунтовий покрив можна сміливо порівнювати з дією природних факторів.

Загальний перелік завдань та задач, що постають перед ґрунтовим моніторингом, об'ємний. У перспективі можливі нові завдання, що виникатимуть з появою нових технологій і розширенням асортименту синтезованих хімічною промисловістю органічних і мінеральних речовин. Звичайно, частина із сьогоднішніх завдань буде знята з порядку денного в близькому майбутньому: наприклад, при переході промислових підприємств на безвідходні технології відпаде необхідність контролю за забрудненням ґрунтів хімічними речовинами. Проте в даний час такий контроль ще необхідний.

Ґрунтовий моніторинг - це діагностика, прогноз і управління станом ґрунтів або контроль заради керування розширеним відтворенням їх родючості.

Найважливішими завданнями ґрунтового моніторингу є:

- ❖ оцінка середньорічних втрат ґрунту внаслідок водної, іригаційної і вітрової ерозій;
- ❖ виявлення регіонів з дефіцитним балансом головних елементів живлення рослин, виявлення й оцінка швидкості втрат гумусу, азоту, і фосфору;
- ❖ контроль за вмістом елементів живлення рослин;
- ❖ контроль за зміною кислотності і лужності ґрунтів, особливо в районах, де застосовуються високі дози мінеральних добрив, а також при іригації, використанні промислових відходів;
- ❖ контроль за зміною сольового режиму зрошуваних едафотопів та ґрунтів, що удобрюються;

- ❖ контроль за забрудненням ґрунтів важкими металами внаслідок глобального осідання;
- ❖ контроль за локальним забрудненням ґрунтів важкими металами в зоні впливу промислових підприємств і транспортних магістралей, а також пестицидами в регіонах їхнього постійного використання, детергентами і побутовими відходами на територіях з високою щільністю населення;
- ❖ довгостроковий і сезонний (за фазами розвитку рослин) контроль за вологістю, температурою, структурним станом, водно-фізичними властивостями ґрунтів;
- ❖ оцінка ймовірної зміни властивостей ґрунтів при проектуванні гідробудівництва, меліорації, впровадження нових аграрних технологій та систем землеробства;
- ❖ інспекторський контроль за розмірами і правильністю відчуження орнопридатних ґрунтів для промислових і комунальних цілей.

Це найбільш загальний і, ймовірно, неповний перелік завдань, що повинен бути диференційований згідно ґрунтово-географічного, кліматичного й економічного районування країни.

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

Лабораторно-практичне заняття №1

Тема: Визначення щільності будови ґрунту. Визначення щільності твердої маси ґрунту та шпаруватості ґрунту

Мета роботи: ознайомитися з методикою та визначити щільність будови за методом Качинського; ознайомитися з методикою та визначити щільність твердої фази ґрунту та його шпаруватості

Обладнання і матеріали: технічні ваги, бур Качинського або металевий циліндр з діаметром і висотою 5 – 6 см і товщиною стінок 2,5 – 3 мм, зразки ґрунту в

непорушеному стані, пікнометр на 100 мл, аналітичні ваги, електрична плитка, термометр, дистильована вода.

Хід роботи

I. Визначення щільності будови ґрунту здійснюється за допомогою бура Качинського, що використовується для взяття проб з непорушеним складенням або за допомогою металевого циліндра.

1. На місці взяття зразків ґрунту в полі вирівнюють майданчик 30×20 см, на поверхні якого встановлюють бур Качинського або металевий циліндр (якщо зразки відбирають по профілю, закладають розріз і вирівнюють майданчики для кожного горизонту).

2. Циліндр повністю вдавлюють у ґрунт. Потім ґрунт навколо циліндра обкопують, прикривають зверху кришкою, і підрізавши ґрунт знизу ножем, виймають циліндр. Ґрунт підрізають з обох боків циліндру врівень з його краями і очищають зовнішні стінки циліндру від ґрунту. Після цього обережно висипають вміст циліндру в бюкс, ретельно зчищаючи весь ґрунт з внутрішніх стінок.

3. Проби відбирають звичайно в 3-6-кратній повторності. При взятті зразків по профілю проби починають відбирати з верхнього горизонту, потім його знімають, вирівнюють поверхню наступного горизонту і знов беруть зразок.

4. Після відбору зразків їх зважують на технічних вагах. Одночасно беруть пробу ґрунту для визначення польової та гігроскопічної вологи.

5. Для обчислення щільності будови потрібно знати об'єм циліндра, тому, вимірявши висоту та діаметр циліндра, обчислюють його об'єм (в см³) за формулою (1):

$$V = \pi \left(\frac{d_{\text{ц}}}{2} \right)^2 h, \quad (1)$$

де $d_{\text{ц}}$ – діаметр циліндра, см;

h – висота циліндра, см.

Об'ємну вагу розраховують за формулою (2):

$$d = \frac{B}{V}, \quad (2)$$

де B – маса сухого ґрунту в циліндрі, г;

V – об'єм циліндра, см^3 .

Результати роботи заносять у таблицю 1.

Таблиця 1

№ п/п	Глибина взяття зразків, см	№ бюкса	Вага порожнього бюкса, г	Вага бюкса з сирим грунтом, г	Вага бюкса після просушу- вання, г		Кількість вологи у наважці ґрунту (Ав), г	Вага сухого ґрунту (Аг), г	Вологість (Вп), %
					після першого	після другого			

II. Визначення щільності твердої маси ґрунту здійснюється наступним чином:

1. На аналітичних вагах відважують 10 г повітряно-сухого ґрунту. Одночасно в окремій наважці проби ґрунту визначають гігроскопічну вологу.

2. У колбі кип'ятять приблизно півгодини 200-250 мл дистильованої води для усунення розчиненого у ній повітря і охолоджують до кімнатної температури (бідистелят).

3. Потім пікнометр на 100 мл наповнюють цією водою точно до позначки та зважують на аналітичних вагах. Пікнометр під час роботи потрібно брати тільки за горло і не нагрівати його рукою, бо навіть незначне коливання температури відбивається на точності визначення щільності твердої фази. Записують температуру, при якій проводилося перше зважування

4. Після зважування з пікнометра відливають приблизно половину води, вставляють у його горло лійку, обережно пересипають наважку ґрунту (10 г). Змивають тверді частинки ґрунту, що залишились на колбі та лійці за допомогою дистильованої води в пікнометр і кип'ятять його вміст на електричній плитці 30 хв., не допускаючи розбризкування.

5. Після кип'ятіння пікнометр охолоджують до початкової температури, доливають бідистелят до позначки та зважують повторно.

6. Обчислення щільності твердої фази ґрунту проводять за формулою (3):

$$D = \frac{B}{A + B - C}, \quad (3)$$

де D – щільність твердої фази ґрунту, г/см³;

B - наважка сухого ґрунту, г;

A - вага пікнометра з водою, г;

C - вага пікнометра з водою та ґрунтом, г.

$$B = v \times K_{H_2O}, \quad (4)$$

де v - вага повітряно-сухого ґрунту;

K_{H_2O} – коефіцієнт гігроскопічності.

Результати роботи заносять у таблицю 2.

Таблиця 2

Горизонт ґрунту, см	Наважка ґрунту (B), г	Вага пікнометра з водою (A), г	Вага пікнометра з водою та ґрунтом (C), г	Щільність твердої фази ґрунту (D), г/см ³

III. Визначення шпаруватості та повітрязабезпеченості ґрунту

Окремі гранулометричні елементи та структурні частки у ґрунті нещільно прилягають один до одного. Між ними утворюються проміжки, різні за величиною та формою, які називаються *шпарами*. Сукупність їх складає *шпаруватість* ґрунту.

Величину загальної *шпаруватості* звичайно обчислюють за співвідношенням щільності твердої фази D до щільності будови ґрунту V . Співвідношення V/D дає об'єм, який займають тверді частки ґрунту на одиницю об'єму ґрунту. Різниця між одиницею та об'ємом, який займають тверді частки ґрунту, складає загальну шпаруватість його в даній одиниці об'єму. Помноживши цю величину на 100, одержують загальну шпаруватість ґрунту, виражену в об'ємних відсотках. Тому загальну шпаруватість обчислюють за формулою (5):

$$P(\%) = 100 \times \left(1 - \frac{V}{D}\right), \quad (5)$$

де P - загальна шпаруватість ґрунту, %;

V - щільність непорушеної будови ґрунту, г/см³;

Д – щільність твердої фази, г/см³.

Шпаруватість – одна з найважливіших властивостей ґрунту, що зумовлює в основному водний та повітряний режими ґрунтів.

Знаючи загальну шпаруватість ґрунту та його вологість для даного моменту, можна обчислити шпаруватість аерації, або забезпеченість повітрям, що виражається в об'ємних відсотках, за формулою (6):

$$P_{\text{аер}} = P - a \times V, \quad (6)$$

де P - загальна шпаруватість, %;

a - польова вологість ґрунту, %;

V - щільність непорушеної будови, г/см³.

Помноживши вологість ґрунту (у вагових відсотках) на щільність будови ґрунту, отримують об'єм шпар, зайнятих в даний момент водою (вологість в об'ємних відсотках). Різниця між загальною шпаруватістю та вологістю, вираженою в об'ємних відсотках, дає шпаруватість аерації або повітрязабезпеченість ґрунту.

Лабораторно-практичне заняття №2

Тема: Визначення рН ґрунтового розчину

Мета роботи: ознайомитися з методикою та визначити рН сольової і водної витяжки для з'ясування ступеню кислотності ґрунту.

Обладнання і матеріали: технічні ваги, конічні колби на 250 мл, воронки, беззольні фільтри, дистильована вода, рН-метр, хімічні стаканчики, 1н розчин КСl, буферні розчини.

Хід роботи

I. Визначення рН водної витяжки

Визначення рН водної витяжки є першочерговим заходом при дослідженні лужних ґрунтів.

1. Зважити на технічних вагах 40 г повітряно-сухого ґрунту, помістити в конічну колбу на 250 мл і долити 200 мл дистильованої води, яка не містить CO_2 (прокип'ячена і охолоджена).

2. Колбу збовтати 3 хв., після чого витяжку профільтрувати через щільний складчастий фільтр, намагаючись перенести якомога більшу кількість ґрунту на фільтр. Часточки ґрунту заповнюють пори фільтра, що сприяє отриманню прозорого фільтрату.

3. У хімічні стаканчики налити по 20-30 мл фільтрату і визначити рН за допомогою потенціометра (рН-метра).

4. Водну витяжку, що залишилась, використовують для повного аналізу водної витяжки.

II. Визначення рН сольової витяжки

Визначення рН сольової витяжки є першочерговим заходом при дослідженні кислих ґрунтів. За величиною рН сольової витяжки виявляють ступінь кислотності ґрунту.

1. На технічних вагах беруть наважку 30 г повітряно-сухого ґрунту і поміщають в суху колбу на 250 мл.

2. Приливають 75 мл 1н розчину КСІ, закривають пробкою, збовтують 5 хв. і залишають відстоюватись на 18-24 години.

3. Витяжку фільтрують і визначають рН за допомогою потенціометра (рН-метра).

Результати визначень заносять до таблиці 3.

Таблиця 3

№ зразка ґрунту	Наважка, г	рН водної витяжки	рН сольової витяжки

Контрольні питання:

1. Чим відрізняється рН водної і сольової витяжки?
2. Які особливості визначення рН сольової витяжки?

Лабораторно-практичне заняття №3

Тема: Визначення вмісту гумусу в ґрунті

Мета роботи: ознайомитись з методикою, визначити вміст гумусу в ґрунті.

Обладнання і матеріали: торсійні ваги, пробірки, 0,4н розчин $K_2Cr_2O_7$, 0,1н розчин солі Мора, 0,2% розчин фенілантранілової кислоти ($C_{13}H_{11}O_2N$) у 0,2%-му розчині Na_2CO_3 , термостат.

Хід роботи:

1. Наважку ґрунту 0,05-0,10 г (залежно від очікуваного вмісту в ньому гумусу) зважують на аналітичних (торсійних) вагах і переносять без втрат у пробірку з безбарвного прозорого скла (розміри пробірок для паралельних визначень у міліметрах: висота — 150, діаметр — 15). Середня проба ґрунту повинна бути ретельно відібрана і підготовлена для аналізу: усі постійні включення видаляють; корінці видаляють під лупою із застосуванням наелектризованої ебонітової палички; очищену пробу просіюють крізь сито з діаметром отворів 0,25 мм.

2. У пробірки з наважками ґрунту з бюретки доливають по 10 мл 0,4 н розчину $K_2Cr_2O_7$, закривають їх скляними ковпачками, поміщають в термостат при температурі $140^\circ C$ на 20 хвилин. Після охолодження приступають до колориметричного порівняння із шкалою зразків.

Готування шкали зразкових розчинів

Відважують 237,7 мг хімічно чистої цукрози, переносять наважку в мірну колбу ємністю 100 мл, розчиняють дистильованою водою, доводять її до мітки і збовтують для перемішування. У 1 мл приготовленого розчину міститься 1 мг вуглецю. У 24 пробірки (тих же розмірів, що і для випробуваних розчинів) наливають послідовно від 0,25 до 6 мл зразкового розчину (збільшуючи його кількість по мірі переходу від однієї пробірки до іншої на 0,25 мл). На водяній бані розчин у пробірках повністю випарюють. Потім у кожен пробірку з бюретки додають по 10 мл 0,4 н розчину $K_2Cr_2O_7$ і витримують у сушильній шафі при температурі $140^\circ C$ 20 хвилин. Після охолодження запаюють або закривають пробками. Шкалою можна користуватися до шести місяців за умови зберігання в темному місці.

Колориметрування

Зразкову шкалу пробірок поміщають у штатив, зтягнутий з однієї сторони білим щільним папером, і порівнюють з нею за забарвленням пробірки з випробуваним розчином.

Відсотковий вміст гумусу в досліджуваному ґрунті знаходять за формулою (7):

$$X = \frac{a \times 1,724 \times 100}{n \times 1000} = \frac{a \times 1,724}{n \times 10} \quad (7)$$

де a – вміст вуглецю в наважці ґрунту, отриманий за шкалою зразкових розчинів, мг;
1,724 – коефіцієнт перерахунку вуглецю на гумус; для вираження результатів у відсотках його помножують на 100;

n – наважка ґрунту для досліду в грамах, для переведення її в міліграми результат множать на 1000.

Контрольні питання:

1. Що називається гумусом?
2. Яку роль відіграє гумус в житті рослин?
3. Яким чином вміст гумусу впливає на фізичні властивості ґрунту?

Лабораторно-практичне заняття №4

Тема: Методи розрахунку балансу гумусу в ґрунті

Мета роботи: ознайомитись з методикою та визначити баланс гумусу в ґрунті.

Обладнання і матеріали: схеми сівозмін

Хід роботи

Враховуючи важливу роль гумусу в родючості ґрунту, необхідно вміти регулювати його вміст і поліпшувати показники якості. Для різних ґрунтово-кліматичних зон потрібно розробити комплекс агротехнічних заходів, ефективних у конкретних умовах. Перш ніж перейти до розробки заходів щодо регулювання органічної речовини ґрунту, треба розрахувати баланс гумусу, який характеризує направленість процесів мінералізації та гуміфікації.

Під *балансом гумусу* в ґрунті розуміють різницю між статтями його надходження і витрат за однаковий проміжок часу. Виділяють три типи балансу: *бездефіцитний* – коли витрати гумусу поповнюються його новоутворенням; *додатний* – новоутворення перевищує його витрати на мінералізацію; *від’ємний (дефіцитний)* – витрати гумусу перевищують його новоутворення.

Методика визначення балансу гумусу в чорноземах за Г.Я. Чесняком

Баланс гумусу в ґрунті розраховують для умов окремої сівозміни за ротацію. При визначенні величини середньорічного балансу гумусу за формулою (8):

$$B_c = (\Sigma P_k + \Sigma P_r) : t_p - \Sigma P : t_p, \quad (8)$$

де – B_c – середньорічний баланс гумусу в ґрунті на одному гектарі за ротацію сівозміни, т/га;

$\sum\Pi_1$ - сума новоутвореного гумусу під культурами за ротацію сівозміни за рахунок рослинних решток, т/га;

$\sum\Pi_2$ – збільшення вмісту гумусу в ґрунті за ротацію сівозміни за рахунок органічних добрив, т/га;

$\sum P$ - сумарна кількість гумусу, який мінералізується під культурами за ротацію сівозміни, т/га;

t_p – тривалість ротації, років.

При розрахунку кількості новоутвореного гумусу з рослинних решток культур (P_k) користуються коефіцієнтами гуміфікації, що показують долю сухої речовини решток, що перетворюються у гумус (табл. 4).

Таблиця 4

Коефіцієнти гуміфікації рослинних решток та гній в ґрунті

Рослинні решки та гній	Коефіцієнти гуміфікації
Буряки цукрові та кормові	0,10
Озима пшениця на зелений корм	0,13
Картопля, овочі, баштанні гарбузи	0,13
Соняшник	0,14
Кукурудза на силос, силосні	0,17
Озима пшениця на зерно	0,20
Кукурудза на зерно	0,20
Ячмінь, овес, яра пшениця, просо, сорго	0,22
Гречка, однорічні трави, вико-овес, горох, вика, соя	0,23
Люцерна, еспарцет та інші багаторічні трави	0,25
Гній (суха речовина)	0,23

Спочатку необхідно визначити масу рослинних решток, що їх залишає після себе культура, за допомогою рівняння регресії на основі врожаю основної продукції за формулою 9:

$$P_{k1, 2...n} = (x + x_1) \cdot K_r, \quad (9)$$

Підставляючи замість «у» врожайність, отримуємо масу поверхневих і корневих решток (x та x_1), які потім додаємо і отримуємо загальну кількість рослинних решток після культури, а помноживши цю сумарну масу на відповідний коефіцієнт гуміфікації одержуємо масу новоутвореного гумусу після даної культури.

Рівняння регресії за сільськогосподарськими культурами подані в таблиці 5.

Таблиця 5

Рівняння регресії для визначення маси рослинних решток (за Г.Я.Чесняком, 1987)

Культура	Рештки	
	поверхневі	кореневі
Озима пшениця	$x=0,23y+13,5$	$x_1=0,71y+10,0$
Ярий ячмінь, яра пшениця	$x=0,29y+6,8$	$x_1=0,54y+9,3$
Овес	$x=0,19y+4,8$	$x_1=0,42y+8,4$
Просо, сорго	$x=0,50y+7,4$	$x_1=0,57y+12,6$
Кукурудза (зерно)	$x=0,20y+1,6$	$x_1=0,83y+7,2$
Кукурудза (силос), силосні	$x=0,006y+5,7$	$x_1=0,10y+13,5$
Горох, вика, соя	$x=0,12y+4,5$	$x_1=0,36y+8,9$
Соняшник	$x=0,41y+3,2$	$x_1=1,16y+4,9$
Цукрові та кормові буряки	$x=0,005y+2,8$	$x_1=0,06y+5,7$
Багаторічні трави (сіно)	$x=0,12y+5,9$	$x_1=1,02y+4,7$
Однорічні трави (сіно)	$x=0,12y+6,9$	$x_1=0,5y+13,3$
Картопля, овочі баштанні, гарбузи	$x=0,068y+0,5$	$x_1=0,07y+8,9$

*у – урожай основної продукції, ц/га.

Загальну кількість новоутвореного гумусу з рослинних решток за рахунок гуміфікації поверхневих та корневих решток визначають додаванням відповідних показників за ротацію сівозміни (10):

$$\Sigma\Pi_k = \Pi_{k_1} + \Pi_{k_2} + \dots + \Pi_{k_n}, \quad (10)$$

Накопичення гумусу за ротацію сівозміни за рахунок застосування органічних добрив ($\Sigma\Pi_r$) розраховують шляхом множення кількості сухої речовини гною, внесеного в ґрунт за ротацію, на коефіцієнт його гуміфікації. В гноєві на солом'яній підстилці вміст сухої речовини становить 25 %. Тому формула розрахунку буде мати такий вигляд (11):

$$\Pi_r = H \cdot 0,25 \cdot K, \quad (11)$$

де Π_r – накопичення гумусу в ґрунті за ротацію за рахунок внесення гною, т/га;

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

0,25 – коефіцієнт перерахунку гною на суху речовину;

K – коефіцієнт гуміфікації гною (0,23).

Кінцевий вид формули:

$$P_r = H \cdot 0,25 \cdot 0,23 = 0,058 \cdot H, \quad (12)$$

Загальні витрати гумусу за ротацію сівозміни визначаються розмірами його мінералізації під окремими культурами. Під чорним паром мінералізація гумусу максимальна - 2т/га, під озимою пшеницею (на зерно) – 1,35, під цукровими буряками – 1,59, багаторічними травами (конюшина, еспарцет, люцерна) – 0,6 т/га.

Розрахунок новоутвореного гумусу від дії органічних добрив проводять лише для тих культур сівозміни, під які вони вносяться (2-3 поля на рік).

Формула для розрахунку витрат гумусу на мінералізацію (ΣP) з шару ґрунту, що містить коріння, за ротацію сівозміни має вигляд (13):

$$\Sigma P = P_1 + P_2 + \dots + P_n, \quad (13)$$

P_1, P_2, P_n – кількість гумусу, що мінералізувався під культурами сівозміни (табл. 6).

Таблиця 6

Коефіцієнти мінералізації гумусу в чорноземі типовому в умовах чорного пару та під окремими культурами

Культури	Коефіцієнт мінералізації гумусу, т/га (P)
Цукрові і кормові буряки	1,60
Озима пшениця на зелений корм	1,24
Картопля, овочі, баштанні	1,61
Соняшник	1,39
Кукурудза на силос, силосні культури	1,47
Озима пшениця на зерно	1,35
Кукурудза на зерно	1,56
Ячмінь	1,23
Овес	1,20
Яра пшениця, гречка, вико-овес	1,10
Однорічні трави, просо, сорго	1,10
Горох, вика, соя	1,50
Люцерна, еспарцет, інші багаторічні трави	0,60
Чорний пар	2,00

Отримані дані розрахунку записують в таблицю 7.

Баланс гумусу визначають встановленням різниці між гумусом, що гуміфікувався, та гумусом, що мінералізувався під культурами сівозміни, користуючись формулою 8.

Враховуючи результати балансу гумусу на полях господарства та можливі зміни в структурі посівних площ і урожайності культур, студент шляхом розрахунку коректує норми ($N_{гн.}$) і місця внесення органічних добрив у сівозміні.

Таблиця 7

Баланс гумусу в ґрунтах сівозміни господарства

№ поля	Культура сівозміни	Площа під культурою, га	Урожайність, ц/га (у)	Кількість рослинних залишків, т/га			Коефіцієнт гуміфікації рослинних залишків (Кг)	Кількість внесених органічних добрив, т/га (Н)	Утворилося гумусу за рахунок, т/га		Кількість мінералізованого гумусу, т/га (Р)	Баланс гумусу, ± т/га (Бг)
				поверхневі (х)	кореневі (х ₁)	всього			рослинних залишків (П _к)	органічних залишків (П _г)		
1.												
2.												
...												
n												
								$\sum H$	$\sum P_k$	$\sum P_g$	$\sum P$	B_c

Визначення мінімальної норми гною на 1 га сівозмінної площі, що забезпечує бездефіцитний вміст гумусу, проводять за формулою (14):

$$N_{гн.} = H + B_c \cdot 0,058, \quad (14)$$

де $N_{гн.}$ – мінімальна норма гною, що забезпечує бездефіцитний баланс гумусу, т/га (згідно плану удобрення в сівозміні);

H – норма гною, що застосовується в сівозміні, т/га ($\sum H$ під культурами сівозміни поділена на кількість полів у ротації);

B_c – баланс гумусу на 1 га сівозмінної площі, т/га;

0,058 – кількість гумусу, що утворилася з 1 т гною, т.

Для підтримання бездефіцитного балансу гумусу (для підтримання рівня родючості) на незрошуваних ґрунтах Степу рекомендована науковцями норма гною (насиченість) повинна становити 6-8 т/га, в Лісостепу - 8-12т/га, а в Поліссі – 12-16 т/га.

Провести аналіз отриманих даних. Зробити висновок про необхідність потреби додаткового внесення органічних добрив під культури сівозміни для забезпечення бездефіцитності балансу гумусу.

Для визначення дефіциту балансу гумусу (D_6) необхідно визначити різницю між H_r та H (15):

$$D_6 = H_r - H, \quad (15)$$

Контрольні питання:

1. Що називають балансом гумусу?
2. Яким буває баланс гумусу?
3. В чому різниця між гуміфікацією та мінералізацією гумусу?

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ І САМОПІДГОТОВКИ

1. Охарактеризуйте предмет і завдання курсу.
2. Деградація і агроекологічний стан ґрунтів.
3. Типи деградації ґрунтів.
4. Чинники деградації ґрунтів.
5. Антропогенна деградація ґрунтів.
6. Ерозійна деградація ґрунтів.
7. Характеристика кліматичних умов прояву водної ерозії.
8. Протиерозійна стійкість ґрунтів і її складові.
9. Вітрова ерозія, її причини і характеристика.
10. Шкода від водної та вітрової ерозії ґрунтів.
11. Загальні фізичні властивості ґрунтів і їх агроекологічне значення.
12. Структура ґрунту і її агроекологічне значення.
13. Наслідки агрофізичної деградації ґрунтів.
14. Наслідки техногенного порушення ґрунтів.
15. Рекультивація ґрунтів.
16. Види забруднення ґрунтів.
17. Причини і наслідки забруднення ґрунтів нітратами.
18. Наслідки застосування пестицидів у сільському господарстві.
19. Забруднення ґрунтів викидами газових і нафтових свердловин.
20. Природна радіоактивність ґрунтів і її походження.
21. Причини дегуміфікації ґрунтів.
22. Ерозійні процеси і гумусовий стан ґрунтів.
23. Шляхи покращення фітосанітарного стану ґрунтів.
24. Техногенне порушення ґрунтів.
25. Види водної ерозії ґрунтів і її вплив на властивості ґрунтів.
26. Умови прояву водної ерозії.
27. Причини необхідності створення системи моніторингу ґрунтів.
28. Державні органи з контролю питань охорони ґрунтів.
29. Вплив рельєфу на розвиток процесів водної ерозії.
30. Антропогенний фактор розвитку водної ерозії ґрунтів.

- 31.Протидефляційна стійкість ґрунтів.
- 32.Допустимі рівні водної і вітрової ерозії ґрунтів.
- 33.Меліорація ґрунтів і її види.
- 34.Сутність і причини осушувальних меліорацій.
- 35.Зрошувальні меліорації: суть, причини, географія.
- 36.Вторинне засолення і осолонцювання ґрунтів, причини і наслідки.
- 37.Гідротехнічні протиерозійні споруди.
- 38.Заходи протидії карсту і зсувів.
- 39.Протиерозійна організація території.
- 40.Захист ґрунтів від іригаційної ерозії.
- 41.Дегуміфікація ґрунтів і її агроєкологічні наслідки.
- 42.Вплив меліорації на властивості ґрунтів.
- 43.Екологічні наслідки осушувальних меліорацій.
- 44.Агроєкологічні наслідки проведення зрошувальних меліорацій.
- 45.Вплив зрошувальних меліорацій на властивості ґрунтів і розвиток деградаційних процесів.
- 46.Деградація ґрунтів, пов'язана з геоекоаномаліями.
- 47.Наслідки прояву геоекоаномальних деградацій ґрунтів.
- 48.Деградація структури ґрунтового покриву.
- 49.Заходи попередження забруднення ґрунтів важкими металами та іншими токсичними речовинами.
- 50.Заходи профілактики фізичної деградації ґрунтів.
- 51.Диференціація земель на еколого–технологічні групи.
- 52.Причини деградації структури ґрунтового покриву.
- 53.Моніторинг ґрунтів і його призначення.
- 54.Екологічний моніторинг і його значення.

ПИТАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РЕФЕРАТІВ ТА КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

1. Вплив деградаційних процесів на агроекологічний стан довкілля.
2. Види деградації ґрунтів.
3. Природні чинники деградації ґрунтів.
4. Природно–антропогенні чинники деградації ґрунтів.
5. Площинний змив та лінійний розмив, причини виникнення та розвитку.
6. Вплив рельєфу на розвиток процесів водної ерозії.
7. Антропогенний фактор розвитку водної ерозії ґрунтів.
8. Протидефляційна стійкість ґрунтів.
9. Допустимі рівні водної і вітрової ерозії ґрунтів.
10. Причини та наслідки фізичної деградації ґрунтів.
11. Причини знеструктурування ґрунтів.
12. Техногенне порушення ґрунтів.
13. Наслідки підземного видобутку корисних копалин.
14. Причини і наслідки антропогенного забруднення ґрунтів.
15. Особливості оцінки забруднення ґрунтів.
16. Пестицидне забруднення ґрунтів і його вплив на екологічний стан довкілля.
17. Джерела та наслідки забруднення ґрунтів важкими металами.
18. Джерела радіації та забруднення ґрунтів радіонуклідами.
19. Джерела органічної речовини в ґрунті і шляхи відтворення гумусу.
20. Дегуміфікація ґрунтів і їх родючість.
21. Поняття про фітосанітарний стан ґрунтів і його агроекологічне значення.
22. Деградація і агроекологічний стан ґрунтів.
23. Наслідки техногенного порушення ґрунтів.
24. Типи водної ерозії ґрунтів та їх коротка характеристика.
25. Нормальна і антропогенна ерозія.
26. Характеристика кліматичних умов прояву водної ерозії.
27. Протиерозійна стійкість ґрунтів і її складова і значення.
28. Вітрова ерозія, її причини і характеристика.
29. Шкода від водної та вітрової ерозії ґрунтів.

30. Шляхи визначення втрат ґрунту від ерозії.
31. Вплив меліорації на властивості ґрунтів.
32. Екологічні наслідки осушувальних меліорацій.
33. Агроекологічні наслідки проведення зрошувальних меліорацій.
34. Агротехнічні заходи захисту ґрунтів від водної ерозії.
35. Лісомеліоративні протиерозійні заходи.
36. Агротераси і їх ґрунтозахисне значення.
37. Боротьба з селевими потоками.
38. Заходи захисту ґрунтів від вітрової ерозії.
39. Протидефляційне землевпорядкування.
40. Джерела органічної речовини в ґрунті і шляхи відтворення гумусу.
41. Причини прискорення темпів дегуміфікації ґрунтів в умовах інтенсифікації землеробства.
42. Меліорація ґрунтів і її види.
43. Вплив осушувальних меліорацій на властивості ґрунтів і розвиток деградаційних процесів.
44. Агротехнічні заходи захисту ґрунтів від водної ерозії.
45. Шляхи усунення забруднення ґрунтів мінеральними добривами і отрутохімікатами.
46. Біологічні методи переробки побутових відходів.
47. Хімічна меліорація ґрунтів і її види.
48. Заходи профілактики агрофізичної деградації ґрунтів.
49. Поняття про деградацію структури ґрунтового покриву.
50. Консервація деградованих і малопродуктивних земель.
51. Причини необхідності створення системи моніторингу ґрунтів.
52. Охорона ґрунтів і земель та українське законодавство.

ВИКОРИСТАНІ ТА РЕКОМЕНДОВАНІ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ:

Основна література

1. Булигін С.Ю., Вітвіцький С.В., Величко В.А. Охорона ґрунтів: Навчальний посібник. - К.: Видавництво, 2018.
2. Забалуєв В.О., Балаєв А.Д., Тараріко О.Г. Охорона ґрунтів та відтворення їх родючості: Навчальний посібник. – К.: НУБІП, 2017.
3. Земельний кодекс України. – Львів: НВФ “Українські технології”, 2001.
4. Земельні ресурси України. / За ред. В.В. Медведєва. – К.: Аграрна наука, 1998.
5. Канівець В.І. Життя ґрунту. - К.: Аграрна наука, 2001.
6. Лактіонов М.І. Агроґрунтознавство. Навчальний посібник / Харк. держ. аграр. ун-т. ім.В.В.Докучаєва. - Харків: Видавець Шуст А.І., 2001.
7. Медведєв В.В., Лактіонова Т.М., Греков Л.Д. Типологія і оцінка небезпечних явищ у ґрунтовому покриві України // Ґрунтознавство. –2004.–Т.5.–№3-4.
8. Медведєв В. В., Лактіонова Т. М. Типологія та оцінка деградації ґрунтів // Вісн. Харків. аграр. університету. Сер. Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, ліс. госп-во. 1999. № 1.
9. Назаренко І.І. Ґрунтознавство: Навчальний посібник. - Чернівці: Рута, 1999.
10. Назаренко І.І., Польчина С.М., Нікорич В.А. Ґрунтознавство: Підручник. - Чернівці: Книги - XXI, 2004.
11. Охорона ґрунтів: Підручник / М.К.Шикула, О.Ф.Гнатенко, Л.Р. Петренко, М.В. Капштик.–2-ге вид., випр.–К.: Т-во Знання”, 2004.
12. Оцінка і прогноз якості земель / С.Ю. Булигін, А.В. Барвінський, А.О. Ачасова, А.Б. Ачасов//Харк. нац. аграр. ун–т. – 2008.
13. Паньків З.П. Земельні ресурси: Навчальний посібник. – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008.

14. Польчина С.М. Грунтознавство. Головні типи ґрунтів. - Чернівці: Рута, 2001.
15. Родючість ґрунтів. Моніторинг та управління / За ред. В.В.Медведєва. - К.: Урожай, 1992.
16. Тлумачний словник з агроґрунтознавства / За ред. М.І.Лактіонова, Т.М.Лактіонової. - Харків, 1998.
17. Топольний Ф.П., Мостіпан М.І., Гелевера О.Ф. та ін. Грунтознавство з основами геології та географія ґрунтів. - Кіровоград: Видавець Лисенко В.Ф., 2014.
18. Чорний І.Б. Географія ґрунтів з основами ґрунтознавства. - К.: Вища шк., 1995.
19. https://kodeksy.com.ua/pro_ohoronu_zemel/54.htm
20. <https://studfile.net/preview/4395428/page:4/>
21. <https://studfile.net/preview/4395428/>
22. <https://studfile.net/preview/4395428/page:7/>
23. <https://studfile.net/preview/4395428/page:8/#19>

Додаткова література

1. Козловський Б.І. Меліоративний стан осушуваних земель західних областей України. – Львів: Євросвіт, 2005.
2. Лагутенко О.Т. Агроекологія: лабораторний практикум. – К., НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2012.
3. Моніторинг земель кризового стану. – Львів: ЛДАУ, 1996.
4. Панас Р.М. Грунтознавство: Навчальний посібник. – Львів: «Новий Світ - 2000», 2009.
5. Родючість ґрунтів: моніторинг та управління / За ред. В.В. Медведєва. – К.: Урожай, 1992.
6. Сохнич А. Я. Проблеми використання і охорони земель в умовах ринкової економіки. Монографія. – Львів: НВФ "Українські технології", 2002.

7. Томашівський З.М., Завірюха П.Д. Адаптивні системи землеробства. Навчальний посібник. – Львів: Львів. держ. аграр. ун-т, 2002.
8. Шикуча М.К., Антоненко С.С. та ін. Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні. – К.: Оранта, 2000.
9. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва. / За ред. Б.С. Носка. – К.: Аграрна наука, 1999.
10. https://geoknigi.com/book_view.php?id=760.

Навчально-методичне видання

ОХОРОНА ГРУНТІВ

**Методичні рекомендації до вивчення курсу
«Грунтознавство з основами геології» та виконання
лабораторно-практичних робіт
для студентів спеціальності 201 – Агрономія**

Укладачі: Трикіна Н.М., Васильковська К.В., Майхровська В.О.

Формат А5. Ум. друк. арк. 3,6.

ЦНТУ, м.Кропивницький, пр.Університетський 8.